دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

دانشکده مدیریت

عنوان درس:

مدیریت تولید

مدرس :

دکتر اردشیر بذرکار

فصل اول :

سیر تحول سیستم های تولیدی

صنعت تولید همواره در شرف تغییر است. این تغییر از تولید دستی به تولید انبوه وسپس به تولید ناب، به هنگام حرکت کرده است.از سال ۱۹۸۰ با گسترش عصر اطلاعات،بحث تولید به کمک کامپیوتر به میان آمده و در عصر حاضر سیستم تولید چابک مطرح می شود.

تولید دستی:

در سیستم تولید دستی، محصولات درکارگاه های مستقل و توسط کارگران ماهر و با ابزار و وسایل ساده تولید می شود. در این سیستم تولیدی استاندارد خاص وجود ندارد. هر کارگاه محصول منحصر به فردی تولید می کند لذا تولید هر محصول زمان زیادی در برگرفته و در نتیجه در این سیستم هزینه ی تولید برای هر محصول بسیار زیاد است و حجم تولید بسیار کم است. مهم ترین ویژگی مثبت این نوع سیستم تولید(تولید دستی): تنوع در تولید است امروزه بسیاری از تولیدکنندگان مطرح برای تولید محصول های سفارشی از این شیوه بهره می گیرند.

تولید انبوه:

آقای هنری فورد مبتکر این سیستم است.این نوع سیستم تولید نمونه ای از سیستم های پیوسته است. محصول را در حجم بالا و با استاندارد مشخص تولید می کند. استقرار سیستم ها و ایستگاه ها طبق توالی عملیات است. ماشین آلات کاملاً تخصصی است. در این سیستم ایجاد یک تغییر در محصول بسیار مشکل و هزینه بر است بنابراین تنوع محصول این تولید بسیار کم است.

فلسفه ی تولید انبوه براساس به حداکثر رساندن بهره برداری از ظرفیت با هزینه های پایین ترمی باشد. درواقع می توان گفت: «صرفه جویی ناشی از مقیاس» ویژگی دیگر تولید انبوه سیستم فشاری است. در این سیستم شرکت بدون در نظر گرفتن میزان نیاز مشتری به تولید محصول می پردازد.

تولید ناب:

این سیستم توسط شرکت تویتا پایه گذاری شده است. مدیریت بدون ضایعات با تولید ناجا مرحله ی جدیدی از تولیدات که مزایای تولید انبوه و تولید دستی را ترکیب می کند.

هدف اصلی این سیستم کاهش هزینه ها از طریق حذف اتلاف است. ژاپنی ها به فعالیتی که فاقد ارزشی افزوده هستند ضایعات (Moda) می گویند.

عوامل اساسی در پیاده سازی تولید ناب:

۱) مراحل قابل انعطاف: مانندکارگران چند مهارته و ماشین چند کاره

) چیدمان سلولی: به شدت خطا را پایین آورده (خط تولید به شکل U)

۳) سیستم تولید کششی: تولید براساس تقاضای مشترک (برخلاف قبل)

۴) مشارکت کارکنان

۵) شبکه ی تأمین مناسب: تامین کننده و توزیع کننده مناسب .

۶) کنترل تولید با سیستم کانبان : کارت اطلاعات تولیدی

برخی از مزایای تولیدناب:

۱) کاهش تعداد نیروی کار

۲) بالا بردن بهره وری

۳) بالا بردن کیفیت وکاهش میزان نقص ها

۴) کاهش فضای مورد نیاز برای تولید

۵) کاهش زمان راه اندازی (set up)

تولید به هنگام (just in time):

منشأ پیدایش این سیستم شرکت تویتا می باشد.تولید به هنگام یک فلسفه ی فرهنگی است. (سیستم کششی)

اهداف سیستم just in time به شرح زیر است:

حذف ضایعات

۱) موجودی صفر

۲) زمان تأخیر صفر

۳) تولید انعطاف پذیر

عوامل تولید سیستم just in time:

۱) تولید سلولی:

تولید سلولی یک چیدمان کاربردی است که در آن استقرار ماشین آلات در سلول هایی همانند یک خط مونتاژ کوچک و معمولاً U شکل است. از آنجایی که سلول ها اقلام هم خانواده را تولید می کند زمان راه اندازی پایین تری دارد.این چیدمان موجب تسهیل تولید کششی در سیستم jit می شود.

برخی مزایای تولید سلولی:

۱) سادگی برنامه ریزی تولید

۲) بهبود تمایل و انگیزش کارکنان

۳) کاهش حمل ونقل

۴) استفاده بهینه از نیروی کار

۵) افزایش بهره وری

۶) استفاده بهینه از زمان (کاهش زمان راه اندازی)

۲- تکنولوژی گروهی:

یک نوع فلسفه ی گروهی است که در آن قطعات مشابه گروه بندی می شود که به این گروه ها خانواده قطعات یا خانواده قطعه می گویند. تشابه به قطعات برای این نوع سیستم به اشکال زیر است:

۱) از لحاظ طراحی مانند شکل یا اندازه

۲) از لحاظ تولید یا فرایند که همان توالی مراحل عملیات است.

- **برای طبقه بندی جهت هم خانواده کردن قطعات:**

۱) بازرسی چشمی

۲) گروه بندی و کدگذاری (براساس خصوصیات طراحی و سال طراحی)

۳) تجزیه و تحلیل جریان تولید

۳- کیفیت:

تفکر کنترل کیفیت در تولید به هنگام بسیار بالاست. به گونه ای که کلیه منابع بالقوه برای به وجود آمدن نقص ها و عیوب از فرایند تولید حذف می شود.

امروزه ماشین هایی طراحی می شوند که قابلیت طراحی و کنترل برای محصول خود را دارا می باشند.این امر مستلزم اضافه کردن دو عملکرد جدید روی ماشین آلات جدید می باشد:

۱) مکانیزم برای کشف وضعیت غیر عادی

۲) مکانیزم برای متوقف ساختن ماشین در زمان و نوع رویداد غیر عادی

۳) **Design**: طراحی در تولید، نحوه ی طراحی محصول براساس رضایت مشتری می باشد.

۴) به عبارت دیگر کسب بیشترین انعطاف در تولید جهت رقابت و تنوع محصولات افزایش بهره وری و کاهش هزینه های تولید از عمده ترین دلایل بکارگیری FMS می باشد.

۵) مهم ترین ویژگی FMS انعطاف پذیری و خودکار بودن سیستم می باشد.

۶) بنابراین اجزای تشکیل دهنده ی FMS به چهار دسته تقسیم می شود:

۷) ۱- ماشین های ابزار کنترل عددی NC.

۸) ۲- ماشین های کنترل عددی کامپیوتری CNC : دستگاه CNC قابلیت تعویض ابزار به صورت اتوماتیک و انجام چند مرحله ماشین کاری را به طور همزمان دارد.

۹) ۲- سیستم حمل ونقل اتوماتیک: قادر است قطعات را بین ماشین ها و ایستگاه ها حمل کند.

۱۰)۳- DNC: مجموعه ای از CNC ها را تشکیل می دهد.

۱۱)۴- اجزای که شامل ماشین های اندازه گیری و ماشین های شست و شوی قطعات می باشند.

۱۲)**نکته: FMS، کارایی و انعطاف پذیری را با هم تحقق می بخشد**.

کارایی از کاهش زمان تنظیم مجدد و نبودن صف در سیستم حاصل می شود.در FMS سعی می شودکه تعداد عملیات لازم برای تولید هر قطعه تا آنجا که ممکن است کاهش یابد.

- **مشخصه های اصلی سیستم FMS:**

۱) انعطاف پذیری در سیستم های FMS

۲) سهولت در تغییر میزان اشتغال برنامه ریزی شده برای ایستگاه هایکاری

۳) سهولت در تغییر حجم محصولات

۴) سهولت در تغییر محصولات تولیدی توسط سیستم

- تاثیرات مناسبی که FMS ایجاد می کند:

۱) افزایش بهره وری

۲) افزایش کیفیت و قابلیت محصولات

۳) کاهش ضایعات

۴) افزایش انعطاف پذیری تولید

۵) کاهش هزینه های عملکرد

✓ **تولید یکپارچه ی کامپیوتری CIM:**

عبارت انداز به کارگیری یکپارچه ی اتوماسیون بر پایه ی کامپیوتر و سیستم های پشتیبان تصمیم گیری (DSS) به منظور مدیریت فعالیت های سیستم تولیدی از طراحی محصول تا فرایند تولیدی و نهایتاً توزیع به انزجام مدیریت تولید، مدیریت موجودی و مدیریت مالی.

- در نتیجه CIM را به چهار بخش کلی تقسیم می کنیم:

بخش اول: مدیریت سیستمی- شامل مواردی همچون سیستم های خبره، سیستم های حمایت از تصمیم گیری یا پشتیبانی تصمیم، کنترل کیفیت جامع TQM.

بخش دوم: طراحی محصول-شامل مواردی همچون CAD (طراحی به وسیله کامپیوتر) و CAM (تولید با کامپیوتر) می شود.

بخش سوم: برنامه ریزی فرایند- شامل مواردی همچون تولید سلولی ERP (برنامه ریزی صنایع انسانی)

بخش چهارم: تولید- شامل FMS،بازرسی خودکار وDNC می شود.

- CIM: دارای منافع زیادی است که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱) بهبود خدمات به مشتریان

۲) بهبود کیفیت

۳) کوتاه نمودن زمان ارائه ی محصول به بازار

۴) بهبود زمان بندی عملکرد

۵) بهبود رقابت

۶) افزایش بهره وری تولید

۷) کاهش موجودی در جریان ساخت

سیستم تولید چابک

تولید چابک: سیستم تولیدی که ویژگی های زیر را دارد:

۱) هدف اصلی این سیستم:برآورده کردن تقاضا با بیشترین سرعت

۲) نوع محصول: تمرکز بر محصولات مصرفی

۳) تقاضای بازار: توانایی کاهش عدم اطمینان در بازارهای بی ثبات.

۴) تنوع محصول: در این سیستم تنوع محصول بسیار زیاد است.

۵) حاشیه سود: در این سیستم تولیدی بسیار بالاست.

۶) هزینه های قالب (مهم): در این سیستم تولیدی هزینه های بازاریابی و حضور در بازار هزینه های مهمی می باشد.

استراتژی تولید: در این سیستم تولید، ظرفیت تولید بسیار منعطف است و این انعطاف پاسخی است برای نوسانات در بازار.

۷) استراتژی کنترل موجودی: در این سیستم تولیدی نگهداری موجودی جهت پاسخ به تقاضای پیش بینی نشده استراتژی کنترل موجودی می باشد.

۸) استراتژی تأمین مواد: در این سیستم تولیدی انتخاب تأمین کننده بر مبنای کیفیت انعطاف پذیری، و سرعت تحویل استراتژی تأمین مواد می باشد.

۹) استراتژی حمل ونقل: در این سیستم تولیدی انتخاب روش های سریع و قابل اطمینان استراتژی حمل ونقل می باشد.

- فرایندهای اصلی تولید:

سازمان ها یا در واکنش به سفارش مشتریان تولید می کنند یا براساس تقاضای پیش بینی شده بنابراین سیستم های تولیدی را می توان به یکی از سه طبقه زیر طبقه بندی نمود:

۱) ساخت برای ذخیره

۲) مونتاژ براساس سفارش

۳) ساخت براساس سفارش

۱- ساخت برای ذخیره: در این فرایند بدون توجه به تقاضای مشتری شرکت محصولات زیادی را تولید می کند. این محصولات در انبار ذخیره می شود از این فرایند معمولاً در تولید انبوه استفاده می شود.

- مونتاژ براساس سفارش: در این فرایند هر یک از قطعات در چندین رنگ و طرح تولید شدهو ذخیره می شود و سپس براساس سفارش مشتری قطعات مختلف با طرح و رنگ موردنظر مشتری با هم مونتاژ شده و به مشتری محصول نهایی تحویل داده می شود.

۳- ساخت براساس سفارش: در این فرایند تولید براساس تقاضای مشتری صورت می گیرد و مشتری بیشترین نقش را نه تنها در انتخاب طرح، اندازه ورنگ محصول دارد بلکه در طراحی محصول نیز دخالت می کند. از این فرایند در تولید کارگاهی استفاده می شود.

فرایند های فرعی تولید:

۱) فرایند تولید پیوسته: در تولید پیوسته تنوع تولید کم و حجم تولید بالاست. غالباً محصولات از یک خانواده هستند و قابلیت استاندارد شدن محصول بالا می باشد. این فرایند از تخصص گرایی بالا و تجهیزات کاملاً تخصصی با درجه بالای اتوماسیون استفاده می کند. مثال: سازمان تولیدی: مانند تولیدکنندگان کاغذ و مواد شیمیایی خدمات:تولید الکتریسیته.

۲) فرایند تولید انبوه: در تولید انبوه به دلیل نیاز به تجهیزات کاملاً تخصصی هزینه ی ثابت اولیه بسیار بالا می باشد. فرایند تولید انبوه محصولاتی تولید می شوند که قابل شمارش می باشند مانند اتومبیل. در تولید انبوه تجهیزات تخصصی و اتوماسیون همانند فرایند تولید پیوسته می باشد. اما نیاز به داشتن کارگر ماهر نیست.

۳) فرایند تولید دستی: برای تولید مقدار کم از محصولات مشابه مورد استفاده قرار می گیرد. محصولات در این فرایند به صورت دسته ای و با زمان تولید کوتاه ساخته می شود. معمولاً توالی مشابهی از عملیات دنبال می شود. مثال: تولید کتاب= (تولیدی) به کارگران ماهر نیاز دارند مثال: کپی، تولید لباس (خدماتی)

۴) فرایند تولید کارگاهی: محصولات تخصصی را با تنوع زیاد اما مقدار کم تولید می کنیم. محصولات معمولاً به سفارش مشتریان تولید می شود. (به سیستم چابک و فرایند سفارشی نزدیک است) این فرایند برعکس فرایند تولید پیوسته و انبوه از انعطاف پذیری بالایی در قبال مشتری برخوردار می باشد. نیروی کار در این فرایند بایستی از مهارت بالایی برخوردار باشد و قادر باشد تا وظایف متنوعی را انجام دهد. در این فرایند هزینه های تولید محصول بالا می باشد.

۵- فرایند تولید پروژه ای: فرایندی است که در آن معمولاً یک قلم محصول به صورت منحصر به فرد و پیچیده تولید می شود.محصولات در این فرایند در یک محل ثابت مونتاژ می شود و اجزا و مونتاژهای فرعی بایستی به آن محل آورده شود. مهارت کارکنان و کارگران و هزینه ها در این فرایند تولیدی بسیار بالا می باشد.

مثال تولیدی: تولید هواپیما، خدماتی: طرح های ساختمانی، راه سازی.

سازمان خدماتی برای تولید کارگاهی: رستوران.

فصل دوم:

تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر

مدل نقطه سر به سر یک مدل ریاضی و ترسیمی است که رابطه ی بین تعداد تولید، درآمد کل و هزینه ی کل را نشان می دهد. هزینه ی کل شامل دو نوع هزینه می شود:

۱) هزینه ی متغیر: به طور مستقیم برای ساخت هر واحد محصول استفاده می شود. مانند هزینه ی مواد خام و دستمزد مستقیم کارگران

۲) هزینه متغیر کل: بستگی به تعداد داشته و با افزایش تولید هزینه متغیر کل نیز افزایش می یابد اما هزینه های ثابت: هزینه هایی هستند که به طور مستقیم برای ساخت هر واحد محصول استفاده می شود. این هزینه ها بستگی به تعداد تولید نداشته و تقریباً ثابت است. مانند: هزینه اجاره محل کارخانه یا هزینه اداری.

با تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر می توان تعیین نمود که کارخانه در چه دامنه ای با زیان و در چه دامنه ای با سود مواجه است. نقطه سه به سه نقطه ای است که در آن مقدار سود برابر صفر است.

فرمول های نقطه سر به سر براساس Q= مقدار و S= فروش است.

هزینه ثابت

نقطه سه به سه مقداری $\leftarrow Q_{BEP} = \frac{F}{P-V}$

قیمت — هزینه متغیر

نقطه سه به سه ریالی $\leftarrow S_{BEP} = \frac{F}{۱-P}$ یا $S_{BEP} = \frac{F}{P-V} \times P$

مثال: در شرکت تولیدکننده کفش مجموع هزینه ی متغیر ۳۰۰ ریال. مجموع هزینه های ثابت ۱۰۰/۰۰۰ ریال، بهای فروش هر جفت کفش ۸۰۰ ریال است.

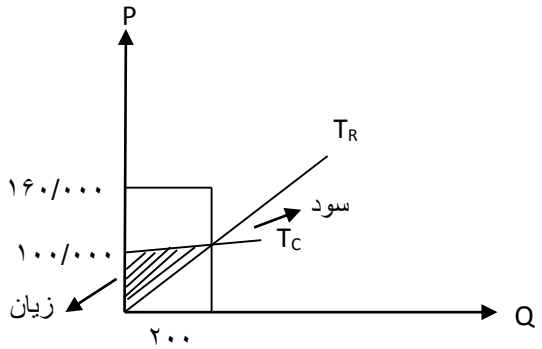
V=۳۰۰

$$Q_{BEP} = \frac{F}{P-V} = \frac{۱۰۰/۰۰۰}{۸۰۰-۳۰۰} = ۲۰۰$$

F=۱۰۰/۰۰۰

$$S_{BEP} = \frac{F}{۱-\frac{V}{P}} = \frac{۱۰۰/۰۰۰}{۱-\frac{۳۰۰}{۸۰۰}} = ۱۶۰/۰۰۰$$

P=۸۰۰



مثال: اگر هزینه ی کل تولید (یعنی ثابت و متغیر) ۱۰ و ۲۰ واحد از محصول به ترتیب ۱۵۰ و ۲۰۰ باشد هزینه ی متغیر هر واحد چقدر است؟

$$V = \frac{TC_۲ - TC_۱}{Q_۲ - Q_۱} = \frac{۲۰۰-۱۵۰}{۲۰-۱۰} = \frac{۵۰}{۱۰} = ۵$$

TC :۱۰=۱۵۰

TC :۲۰=۲۰۰

نکته: هزینه ی متغیر به ازای هر محصول، ثابت و در کل متغیر است.

نکته: هزینه ی ثابت به ازای هر واحد محصول متغیر است و در کل ثابت می باشد.

- **نقطه سر به سر چند محصولی:**

در مواقعی که شرکت چندین محصول تولیدی دارد . از این روش استفاده می کنیم. درآمدی که چندین محصول در یک شرکت تولید می شود. هزینه های ثابت همچون هزینه راه اندازی، اجاره ی محل و غیره برای مجموع این محصولات یکسان می باشد. اما هزینه های متغیر و همچنین تعداد تولید این محصولات متفاوت می باشد. در این حالت نقطه سه به سه را از رابطه زیر محاسبه می کنیم:

$$Q_{BEP} = \frac{F}{\sum_{i=1}^{n} w_i (P_i - V_i)}$$

وزن یا اهمیت

مثال: در یک کارگاه تولیدی سه نوع کفش تولید می شود. هزینه ی ثابت راه اندازی این کارگاه ۲۰/۰۰۰ اما هزینه ی متغیر این سه نوع کفش به ترتیب، کفش زنانه ۹۰، کفش مردانه ۱۰۰ و کفش بچه گانه ۵۰ می باشد. قیمت تولید برای این سه نوع کفش به ترتیب کفش زنانه ۱۳۰، کفش مردانه ۱۵۵، کفش بچه گانه ۱۰۰ و تعداد تولید به ترتیب ۱۵۰ واحد، ۳۰۰ واحد و ۵۰ واحد می باشد.

تعداد تولید کفش از نوع زنانه در نقطه نقطه سر به سر چقدر است؟

$$w_3 = \frac{50}{500} = 0/1 \qquad w_2 = \frac{300}{500} = 0/6 \qquad w_1 = \frac{150}{500} = 0/3$$

$$\text{مقداری } Q_{BEP} = \frac{۲۰/۰۰۰}{۰/۳(۱۳۰-۹۰)+۰/۶(۱۵۵-۱۰۰)+۰/۱(۱۰۰-۵۰)}$$

نقطه سربه سر مقدار کل: ۴۰۰ واحد

بچه گانه ۴۰=۰/۱×۴۰۰ مردانه ۲۴۰= ۰/۶×۴۰۰ زنانه ۱۲۰= ۰/۳×۴۰۰

کل: ۴۰۰ واحد.

$$S_{BEP} = \frac{F}{\sum w\left(1-\frac{V}{P}\right)} = \frac{۲۰/۰۰۰}{۰/۳\left(1-\frac{۹۰}{۱۳۰}\right)+۰/۶\left(1-\frac{۱۰۰}{۱۵۵}+۰/۱\left(1-\frac{۵۰}{۱۰۰}\right)\right)} = \frac{۲۰/۰۰۰}{۰/۳۵۵۴} = ۵۶۲۷۴/۶$$

انواع هزینه های تولید:

۱- هزینه ثابت و هزینه متغیر و هزینه کل:

مثال: هزینه ثابت تولید یک محصول خاص در یک سال ۸۰۰۰۰۰۰ ریال است. هزینه تغییر هر واحد تولید ۲۰۰ ریال و قیمت فروش ۴۰۰ ریال است. مطلوبست:

الف) تعیین نقطه سر به سر

ب) چنانچه تولید کننده بخواهد سودی به میزان ۴۰۰۰۰۰۰ ریال در سال داشته باشد باید چه میزان تولید نماید؟

ج) مدیریت در سطح فروش و تولید ۵۰۰۰۰ واحد محصول چه میزان سود و زیانی متحمل می شود.

حل:

FC =۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال

VC=۲۰۰ ریال

R=۴۰۰ ریال

$$Q_{BEP} = \frac{FC}{R - VC} = \frac{۸/۰۰۰/۰۰۰}{۴۰۰ - ۲۰۰} = ۴۰/۰۰۰$$ در سال

ب) $SP = ۴/۰۰۰/۰۰۰$ سود موردانتظار تولید کننده

$$SP + FC = ۴/۰۰۰/۰۰۰ + ۸/۰۰۰/۰۰۰ = ۱۲/۰۰۰/۰۰۰$$

$$\frac{SP + FC}{R - VC} = \frac{۱۲/۰۰۰/۰۰۰}{۴۰۰ - ۲۰۰} = ۶۰/۰۰۰$$

میزان حجم تولید برای سود موردنظر

$$P \text{ سود یا ضرر} = R \times Q - \left[FC + (VC \times Q)\right]$$

$$P = ۴۰۰(۵۰/۰۰۰) - \left[۸/۰۰۰/۰۰۰ + (۲۰۰ \times ۵۰/۰۰۰)\right] = ۲/۰۰۰/۰۰۰$$

سود در سطح ۵۰/۰۰۰ واحد تولید

فصل سوم:

طراحی و توسعه ی محصول

یکی از مهم ترین تصمیمات استراتژی سازمان انتخاب، طراحی و توسعه ی کالا و خدمات می باشد. طراحی این محصول یکی از مهم ترین فرایندهای سازمانی می باشد. در حقیقت تصمیمات مربوط به اینکه چه محصولی یا چه خدماتی تولید و چگونه موقعیت آنها در بازار تثبیت شود تعیین کننده ی رشد و سودآوری سازمان است.

دوره ی عمر برای محصول یا خدمات:

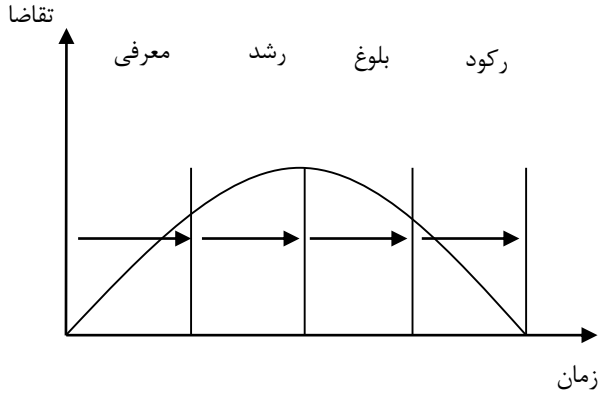
نمودار حجم فروش و تقاضا در طول زمان برای یک محصول جدید را منحنی دوره ی عمر محصول می نامند. به طور کلی مراحل زندگی یک محصول اعم از خدمت و کالا به ۴ بخش تقسیم می شود:

۱) معرفی

۲) رشد

۳) بلوغ

۴) رکود.



۱- معرفی: در این مرحله محصول جدید به تعداد کم به بازار معرفی و عرضه می شود. در این مرحله تغییرات طراحی به تناوب اتفاق می افتد. لذا انعطاف پذیری و مهارت نیروی کار باید بالا باشد تا بتواند به سرعت خود را با نیازمندی دمای تغییر در تولید تطبیق دهد. هزینه ی ساخت یک واحد محصول در این مرحله بالاست و میزان ریسک بالا و رشد تقاضا پایین است. کیفیت از بیشترین اهمیت برخوردار است. تحقیق و توسعه، توانایی و مهارت طراحان در تولید تبلیغات و معرفی محصول مشتریان رمز موفقیت برای عبور از این مرحله است.

۲- رشد: در این مرحله حجم فروش افزایش یافته و رشد تقاضا سریع است. لذا با سرشکن شدن هزینه های ثابت حاشیه سود افزایش می یابد.

نقش بازاریابی در استراتژی سازمان بیشتر می شود و پیش بینی رفتار بازار از اهمیت خاصی برخوردار است. در این مرحله قیمت و کیفیت از اهمیت زیادی برخوردار است.

۳- بلوغ: هنگامی که تقاضا به اشباع برسد محصول وارد مرحله ی بلوغ می شود. در این مرحله رقبا کالای خود را به بازار عرضه می کنند و رقابت برای کاهش قیمت و هزینه های تولید افزایش پیدا می کند. در مرحله ی بلوغ قیمت و هزینه ی مسئله ی اساسی است. محصول در این مرحله به بالاترین حد سودآوری خود می رسد. میزان تقاضا در این مرحله بستگی به کالای جانشین و رشد جمعیت دارد.

۴- رکود: پس از مرحله ی بلوغ تقاضای محصول به دلیل استفاده از کالاهای جانشین پیشرفته، تغییرات تکنولوژی و تحولات اقتصادی کاهش می یابد. رقابت در قیمت و کیفیت و بازاریابی در این مرحله بایستی کنترل بیشتری داشته باشد. مشخصه ی اصلی این مرحله اضافه ی ظرفیت کارخانه می باشد. شرکت باید در این مرحله یا تغییرات اساسی در کالا ایجاد کند یا محصول جدیدی وارد بازار کند.

- ✓ **تفاوت کالا و خدمت:**

برخلاف کالاها، خدمات دارای مشخصات زیر هستند:

۱) خدمات غیر قابل لمس هستند و فرایند نامحسوس را طی می کنند.

۲) خروجی خدمات متغیر بوده و وابسته به شخصی است که آن را عرضه می کند.

۳) خدمات در حین عرضه مصرف می شود.

۴) غیر قابل ذخیره و انبارسازی هستند.

۵) به راحتی قابل تقلید و کپی سازی هستند.

۶) دارای استاندارد گسترده ای نیستند.

۷) مشکلات توزیع منحصر به فردی دارند.

✓ **فرایند تولید خدمات:**

شامل طراحی خدمت و طراحی چگونگی ارائه ی خدمت است به عبارت دیگر طراحی خدمات و فرایند طراحی باید همزمان رخ دهد.

هسته ی مرکزی تولید خدمات فرایند می باشد و فرایند عبارت است از: روش انجام دادن کارها.

طراحان فرایند خدمات باید بر اجرای سریع کارها تمرکز نمایند که این امر پیچیدگی فرایند را حداقل می کند.

در خدمات استانداردهای کیفیت جای ابعاد و حدود مجاز را در تولید می گیرد. تعریف این استانداردها مشکل بوده و نیازمند تحقیقات وسیع در مورد نیازهای مشتریان و گرایشات آنها می باشد.

✓ **طراحی محصول:**

طراحی تعیین می کند چه موادی با چه مشخصاتی و ابعادی در تولید محصول به کار گرفته شود. طراحی محصول مشخصات ظاهری و معیارهای عملکردی محصول را تعیین می کند. هدف از طراحی محصول: چیدمان اجزاء محصول با توجه به امکانات توانایی ها و اهداف سازمان است به نحوی که مشتری آن را انتخاب کند و باعث افزایش مزیت رقابتی سازمان شود.

ادوارد دمینگ: شیوه ی جدید طراحی محصول را به صورتی تعریف کرده است که مشخصات زیر را داشته باشد:

۱) طراحی محصول

۲) ساخت و آزمایش محصول در خط تولید و آزمایشگاه

۳) عرضه بازار

۴) بررسی و مطالعه ی بازار در ارتباط با نگرش بازار محصول، محبوبیت محصول و دلایل عدم استفاده از محصول

۵) طراحی مجدد محصول براساس واکنش مشتریان نسبت به کیفیت و قیمت محصول

در فرایند توسعه ی محصول تأکید زیادی بر روی آزمایش و پالایش محصول براساس نیاز و نگرش مشتری می شود. در شیوه ی نوین طراحی و توسعه ی محصول فاصله ی بین مدت زمان شناخت نیاز مشتری و تبدیل این نیاز به محصول مورد نظر تا حد امکان کم می باشد زیرا در صورت طولانی شدن این مدت احتمال ورود رقبا وجود دارد.

- ✓ **عواملی که در طراحی محصول باید رعایت شود:**

۱) تعیین نیازمندی های مواد با توجه به مشتری عرضه کننده و امکانات تولیدی

۲) رعایت اصول گروهی بودن محصول

۳) سهولت استفاده و نگهداری محصول

- ✓ **روش های ارزیابی طراحی محصول:**

برخی از روش های ارزیابی و طرح محصول به شرح زیر می باشد:

۱) روش معیار ترجیح

۲) روش گسترش عملکرد کیفیت

۳) روش تاگوچی

۴) روش مهندسی ارزش

۵) روش مهندسی همزمان

۱- روش معیار ترجیح:

برای مقایسه ی طرح های مختلف با استفاده از این روش ابتدا بایستی اهداف مورد نظر ارزش وزنی هر هدف و پیشینه سازی یا کمینه سازی برای هر هدف تعیین شود. سپس باید طرح های مختلف براساس میزان برآوردسازی اهداف مورد نظر مورد ارزیابی قرار گیرد و مقادیر عددی آن ها مشخص شود.

طرح محصول	اهداف		
	کارایی +	احتمال خرابی -	زیبایی +
A	۹	۴۰	۳
B	۶	۱۰	۲
C	۸	۳۰	۱
وزن هدف	۳	۲	۱

$$PM_i = (R_i)^{w_1}.(R_i)^{w_2} - (R_{in})^{w_n}$$

معیار ترجیح

$$PM_A = (۹)^{۳}.\left(\frac{۱}{۴۰}\right)^{۲}.(۳)^{۱} = ۱/۳۶$$

$$PM_B = (۶)^{۳}.\left(\frac{۱}{۱۰}\right)^{۲}.(۲)^{۱} = ۴/۳۲$$ بزرگتر

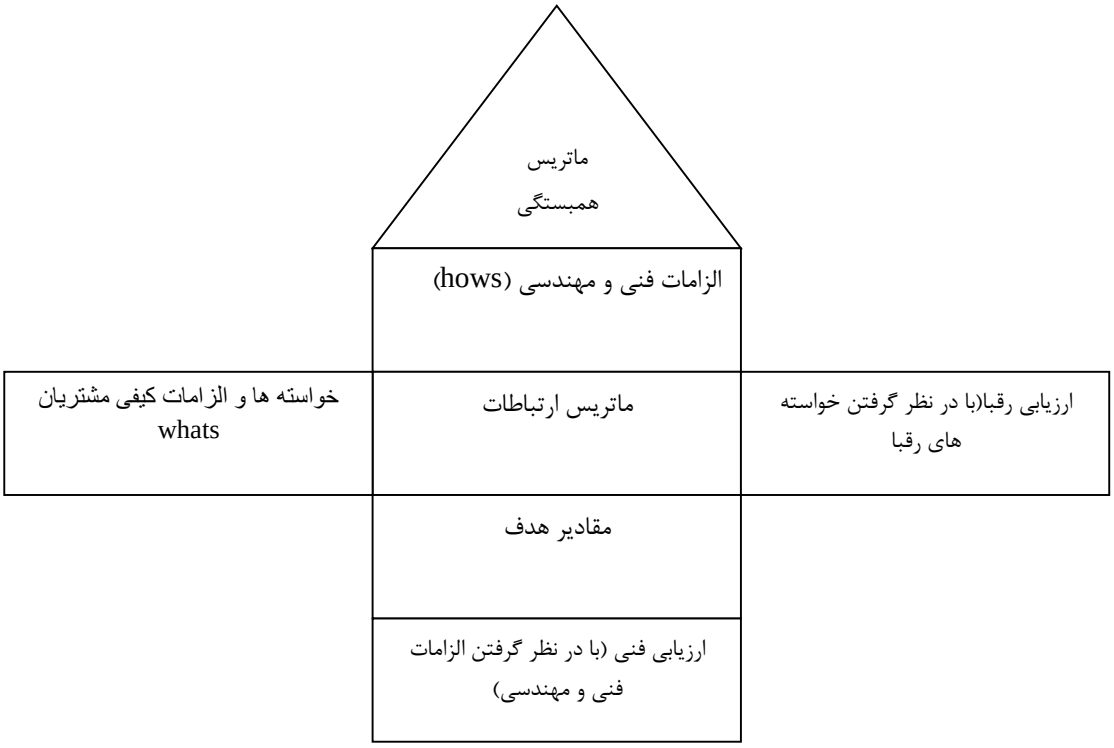
$$PM_C = (۸)^{۳}.\left(\frac{۱}{۳}\right)^{۲}.(۱)^{۱} = ۰/۵۶$$

با توجه به اینکه معیار ترجیح یا PM طرح B از سایر طرح ها بزرگتر است و به عنوان طرح برتر انتخاب می شود.

۲- روش گسترش معیار عملکرد (QFD):

گسترش عملکرد کیفیت روش و فرایندی نظام مند ساخت یافته به منظور شناسایی و استقرار نیازمندی ها و خواسته های کیفی مشتریان در هر یک از مراحل تکوین محصول می باشد. از طرح های اولیه شروع شده و تا تولید نهایی ادامه می یابد. اصطلاح نظام QFD نیازمند همکاری همه جانبه بخش های مختلف سازمان از جمله بازاریابی، فروش، برنامه ریزی، تولید می باشد. در طی این فرایند خواسته های ذهنی مشتریان به زبان فنی و مهندسی تبدیل می شود. QFD یک ابزار پیشرفته ی کیفیت است که هدف آن افزایش سهم بازار از طریق جلب

رضایت مشتریان محصول می باشد. در رویکرد ۴ مرحله ای QFD ابتدا نیازهای مشتری به نیازمندی های طراحی و مهندسی تبدیل می شود که به این مرحله طرح ریزی محصول می گویند. سپس با توجه به نیازمندی های طراحی و مهندسی ویژگی های محصول مشخص می گردد که به این مرحله طراحی محصول می گویند. آنگاه با توجه به این ویژگی ها عملیات ساخت محصول تعریف می شود که به این مرحله طراحی فرایند می گویند و در نهایت کنترل های فرایند ساخت تنظیم و تدوین می شود که به این مرحله برنامه ریزی و کنترل فرایند می گویند.



ماتریس خانه ی کیفیت

یکی از روش های QFD استفاده از ماتریس خانه ی کیفیت می باشد. این روش در مرحله ی طرح ریزی محصول به کار می رود. ماتریس خانه کیفیت ابزاری توانمند برای ترجمه ی محصول می باشد. این ماتریس نشان می دهد که در طرح ریزی محصول باید چه چیزهایی را و چگونه در نظر بگیریم. چه چیزهایی (whats) شامل نیازها و خواسته های مشتریان از محصول یا خدمات می باشد که به آن الزامات مشتریان می گویند.

چگونه ها (Hows) چگونگی ارائه خواسته های مشتریان در محصول می باشد که به آن الزامات فنی محصول گفته می شود.

فصل چهارم:

پیش بینی تقاضا

هر مدیری در تصمیم گیری های خود با انواع پیش بینی ها سروکار دارد. انواع پیش بینی ها می تواند پیش بینی های کوتاه مدت، میان مدت یا بلند مدت باشد. باید توجه داشت که پیش بینی هیچ گاه با واقعیت مطابقت ندارد اما هنر مدیریت آن است که خطای پیش بینی را حداقل می کند. پس در نتیجه در تمامی پیش بینی ها هدف اصلی کاهش خطای پیش بینی می باشد.

خطای پیش بینی تقاضا از تفاضل مقدار واقعی تقاضا و مقدار پیش بینی شده ی تقاضا به دست می آید. به طور کلی روش های پیش بینی به دو دسته ی روش های کمی و کیفی تقسیم می شوند. روش های پیش بینی کمی معمولاً برای دوره های کوتاه مدت یا میان مدت کاربر دارد. اما هر چه داده های کمتری از دوره های گذشته موجود باشد و یا اینکه داده های گذشته از دقت و صحت کمتری برخوردار باشند برای پیش بینی بایست از روش کیفی استفاده کرد.

انواع روش های پیش بینی تقاضا:

۱) روش های کیفی
۲) روش های تجزیه و تحلیل سری های زمانی
۳) روش های علّی و معلولی روش های شبیه سازی

۱- روش های کیفی: این روش ها ذهنی و قضاوتی بوده و بر مبنای برآورد، اظهارنظر و تغییر و تغییر کارشناسان از اطلاعات برای پیش بینی آینده می باشد.

انواع روش های کیفی:

۱) نظرسنجی

۲) تحقیقات بازار

۳) توافق جمعی

۴) مقایسات تاریخی

۵) روش دلفی

۲- روش های تجزیه و تحلیل سری های زمانی (روش کمی):

در سری های زمانی پیش بینی آینده براساس داده های تاریخی صورت می پذیرد.

انواع روش های تجزیه و تحلیل سری های زمانی:

۱- روش نایو: (روش آخرین دوره) در این روش پیش بینی برای هر دوره برابر است با مقدار واقعی دوره ی قبل

۲- روش میانگین ساده: در این روش مقدار پیش بینی هر دوره برابر است با میانگین مقادیر واقعی تمام دوره ی قبل.

۳- میانگین متحرک ساده: در این روش مقدار پیش بینی برای یک دوره برابر است با میانگین مقادیر n دوره ی قبل. در این روش میانگین با استفاده از اطلاعات جدید مرتباً به روز می شود.

۴- میانگین متحرک موزون: در این روش مقدار پیش بینی برای یک دوره برابر است با میانگین وزن دار مقادیر واقعی n دوره ی قبل به عبارت دیگر در این روش داده های گذشته دارای وزن یکسان نبوده و وزن های متعدد دارد.

۵- روش هموارسازی نمایی:

در این روش وزن دهی به داده های گذشته دارای نظم بوده و تابع تصاعد هندسی نزولی می باشد.

۶- روش رگرسیون:

در این روش رابطه ی ریاضی بین اطلاعات دوره های گذشته ایجاد شده و براساس آن به پیش بینی آینده پرداخته می شود. این رابطه ی ریاضی تحت عنوان معادله ی خط رگرسیون بوده و مرسوم ترین روش برای برآورد این خط استفاده از روش حداقل مجذورات می باشد.

روش علّی و معلولی:

به دنبال شناسایی و محدود کردن و دقیق ساختن سیستم پیش بینی با متغیرهای خاصی هست مثلاً: فروش را ناشی از متغیرهایی چون تبلیغات و کیفیت می داند انواع روش های علت و معلولی:

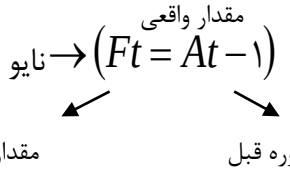
۱) تحلیل رگرسیون
۲) مدل اقتصادسنجی
۳) مدل داده و ستاده
۴) مدل شاخص راهنما
۵) مدل طول عمر

مدل های شبیه سازی:

مدل های پویایی هستند که با استفاده از برنامه نویسی کامپیوتری پیش بینی های دقیقی را در جهت برآورد تقاضا انجام می دهند. به طور مثال: می توان به روش هایی همچون الگوریتم ژنتیک شبکه عصبی اشاره کرد.

روش های رایج در تجزیه و تحلیل سری های زمانی:

۱) روش اول: فروش نایو



دوره	۱	۲	۳	۴	۵	۶
At	۸۰۰	۱۴۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۳۰۰
Ft	-	۸۰۰	۱۴۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰

۲) روش دوم: میانگین ساده: در این روش مقدار پیش بینی هر دوره برابر است با میانگین مقادیر واقعی دوره ی قبل.

دوره	۱	۲	۳	۴	۵
At	۴	۶	۱۴	۲۰	۱۰

$$F_{۲}=\frac{A_{۱}}{۱}=\frac{۴}{۱}=۴$$

$$F_{۳}=\frac{۴+۶}{۲}=۵$$

$$F_{۴}=\frac{۴+۶+۱۴}{۳}=۸$$

$$F_{۵}=\frac{۴+۶+۱۴+۲۰}{۴}=۱۱$$

۳- روش میانگین متحرک ساده: در این روش مقدار پیش بینی هر دوره برابر است با میانگین مقادیر واقعی n دوره قبل.

مساله: طبق اطلاعات جدول زیر پیش بینی تقاضا را برای دوره های سه هفته ای با استفاده از روش میانگین متحرک ساده انجام دهید.

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
At	۸۰۰	۱۴۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۳۰۰	۱۸۰۰	۱۷۰۰	۱۳۰۰	۱۷۰۰
Ft۳				۱۰۶۷	۱۳۰۰	۱۳۳۳	۱۴۳۳	۱۵۳۳	۱۶۰۰	؟

$$F_{۱۰}=\frac{۱۸۰۰+۱۷۰۰+۱۳۰۰}{۱}=۱۶۰۰$$

۴- روش میانگین متحرک موزون: این روش همانند روش قبل است فقط با این تفاوت که در روش میانگین موزون برای هر یک از دوره های قبلی وزنی را در نظر می گیرند که البته جمع این اوزان باید برابر یک باشد.

مثال: بخش انبارداری درمی یابد که در خلال ۴ ماه قبل بهترین پیش بینی برآمده از ۴۰٪ از فروش واقعی ماه قبل ۳۰٪ از دو ماه قبل، ۲۰٪ سه ماه قبل و ۱۰٪ چهارماه قبل

.

اگر فروش واقعی برای چهار ماه به صورت زیر باشد مقدار پیش بینی را برای ماه پنجم محاسبه کنید.

۱	۲	۳	۴	۵
At۱۰۰	۹۰	۱۰۵	۹۵	؟

$$F_{۵} = ۹۵(\%۴۰) + ۱۰۵(\%۳۰) + ۹۰(\%۲۰) + ۱۰۰(\%۱۰) = ۹۷/۵$$

در برخی شرایط امکان دارد که وزن داده شده برای دوره های قبل نرمال نباشد یعنی جمع اوزان داده شده برابر با یک نباشد. در این صورت می بایست ابتدا اوزان نرمال شده برای هر دوره را محاسبه کنیم و سپس پیش بینی نماییم.

نکته: برای نرمال سازی اوزان غیر نرمال از روش زیر استفاده می کنیم.

وزن نرمال شده هر دوره برابر است با وزن آن دوره تقسیم بر مجموع وزن ها.

مثال: فرض کنید در مثال قبل اوزان به ترتیب ۸، ۶، ۴، ۲ می باشد. در این صورت مقدار پیش بینی را انجام دهید.

$$F_{۵} = \frac{۸}{۲}(۹۵) + \frac{۶}{۲}(۱۰۵) + \frac{۴}{۲۰}(۹۰) + \frac{۲}{۲۰}(۱۰۰) = ۹۷/۵$$

۵- روش همسان سازی نمایی(نمو هموار):

در این روش با داشتن اطلاعات مربوط به یک دوره قبل می توان به پیش بینی مقدار تقاضا پرداخت. معادله همسان سازی نمایی به شکل زیر است:

$$F_{t+1}=F_t+\alpha(A_t-F_t)$$

که در آن:

F_t مقدار پیش بینی از هموارسازی نهایی برای دوره جاری می باشد.

F_{t+1} : مقدار پیش بینی از هموارسازی نهایی برای دوره ی آتی می باشد.

A_t : مقدار واقعی تقاضا در دوره ی جاری می باشد.

α: نرخ پاسخ مطلوب یا ضریب هموارسازی نمایی ، که این ضریب بین صفر و یک قرار داد.

این معادله بیان می کند که مقدار پیش بینی هر دوره برابر است با مقدار پیش بینی دوره ی قبلی به علاوه نسبتی از خطای سه دوره ی قبل.

مثال: اگر مقدار فروش واقعی دوره اول برابر با ۴۰ و مقدار پیش بینی برای دوره اول برابر ۳۷ واحد باشد، با در نظر گرفتن مقدار ۰/۳ به عنوان ضریب α ، مقدار پیس بینی برای دوره دوم را محاسبه کنید.

$$F_{t+1}=Ft+\alpha(At-Ft)$$

دوره دوم = ۳۷+۰,۳ (۴۰-۳۷) =۳۷/۹

محاسبه آلفا $\alpha \cong \frac{۲}{۸+۱}$

مثال: یک سازمان آمار ۳ دوره گذشته خود را در پیش بینی تقاضای محصولاتش لازم می داند. ضریب نمو هموار پیش بینی تقاضای این سازمان چقدر است؟

$$\alpha \cong \frac{۲}{۳+۱} = \frac{۲}{۴} = ۰/۵$$

۶- روش رگرسیون خطی: در این رابطه x متغیر مستقل، y متغیر وابسته و A و B به ترتیب مقدار ثابت و شیب خط رگرسیون می باشد. در سری های زمانی متغیر X به عنوان واحد زمانی شناخته می شود. از روش های بدست آوردن روش رگرسیون خطی می توان به دو روش حداقل مربعات اشاره کرد.

در این روش تلاش می شود که خط رگرسیون در بین داده های واقعی به گونه ای شود که مجموع مربعات فواصل عمودی این داده ها با خط رگرسیون حداقل گردد.

معادله خط رگرسیون : $y=a+bx$

روش حداقل مربعات :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

مثال: مقدار فروش برای ۱۲ سال در یک شرکت به شرح زیر است:

سال اول ۶۰۰، سال دوم ۱۵۵۰، سال سوم ۱۵۰۰، سال چهارم ۱۵۰۰، سال پنجم ۲۴۰۰، سال ششم ۳۱۰۰، سال هفتم ۲۶۰۰، سال هشتم ۲۹۰۰، سال نهم ۳۸۰۰، سال دهم ۴۵۰۰، سال یازدهم ۴۰۰۰، سال دوازدهم ۴۹۰۰.

معادله خط رگرسیون مجهول x را بنویسید.

سال	x	y	x.y	x^2
۱۳۷۱	۱	۶۰۰	۶۰۰	۱
۱۳۷۲	۲	۱۵۵۰	۳۱۰۰	۴
۱۳۷۳	۳	۱۵۰۰	۴۵۰۰	۹
۱۳۷۴	۴	۱۵۰۰	۶۰۰۰	۱۶
۱۳۷۵	۵	۳۴۰۰	۱۲/۰۰۰	۲۵
۱۳۷۶	۶	۳۱۰۰	۱۸/۰۰۰	۳۶
۱۳۷۷	۷	۲۶۰۰	۱۸/۲۰۰	۴۹
۱۳۷۸	۸	۳۸۰۰	۲۹/۶۰۰	۶۴
۱۳۷۹	۹	۳۸۰۰	۳۴/۲۰۰	۸۱
۱۳۸۰	۱۰	۴۵۰۰	۴۵/۰۰۰	۱۰۰
۱۳۸۱	۱۱	۴۰۰۰	۴۴/۰۰۰	۱۲۱

۱۳۸۲	۱۲	۴۹۰۰	۵۸/۸۰۰	۱۴۴
جمع	۷۸	۳۳۳۵۰	۲۶۸۲۰۰	۶۵۰

$\bar{x}$ = ۷۸÷ ۱۲ = ۶,۵ $\bar{y}$ = ۳۳۳۵۰ ÷ ۱۲= ۲۷۷۹,۱۶

$$\sum x^{۲} = ۶۵۰ \sum x = ۷۸ \sum xy = ۲۶۸۲۰۰ \sum x^{۲} = ۶۵۰ \sum \bar{x} = ۶/۵ \sum \bar{y} = ۲۷۷۹/۱۶$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}.\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}} = \frac{268200 - 12(6/5)(2779/16)}{650 - 12(6/5)^2}$$

b=۳۵۹/۶۹

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 2779/15 - 359/69(6/5) = 441/67 = 5$$

$$y = 441/67 + 359/62(12)$$

با توجه به معادله خط رگرسیون تعداد فروش را برای سال های سیزدهم و شانزدهم هم پیش بینی کنید.

y =۴۴۱/۶۷ + ۳۵۹/۶۲(۱۳) =۵۱۱۶/۷۳

y=۴۴۱/۶۷ +۳۵۹/۶۲ (۱۶) =۶۱۹۵/۵۹

تعدیلات فصلی:

تقاضای برخی از محصولات در فصل های مختلف متفاوت بوده و مقدار آن کاهش یا افزایش می یابد مثلاً تقاضای وسایل گرمایشی برای تابستان کاهش و برای زمستان افزایش می یابد. اگر با استفاده از یک روش پیش بینی مقدار تقاضا برای یک سال پیش بینی شده باشد آنگاه مقدار پیش بینی هر فصل از حاصل ضرب ضریب فعلی در

تقاضای پیش بینی شده به دست می آید. ضریب هر فصل برابر است با مجموع تقاضای واقعی برای این فصل تقسیم بر مجموع کل تقاضا.

مثال: با توجه به داده های قبل مقدار فروش را برای فصل بهار سال ۱۳۸۸ پیش بینی کنید.

سال	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	جمع
فروش سالیانه کل	۶۰۰	۱۵۵۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۲۴۰۰	۳۱۰۰	۲۶۰۰	۲۹۰۰	۳۸۰۰	۴۵۰۰	۴۰۰۰	۴۹۰۰	۳۳۳۵۰
فروش بهاره فصل	۱۳۰	۴۲۰	۴۸۰	۴۱۰	۵۳۰	۶۲۰	۵۱۰	۶۰۰	۷۱۰	۸۲۰	۷۹۰	۸۵۰	۶۶۷۰

ابتدا به شکل زیر ضریب را محاسبه می کنیم:

$$\frac{6670}{33350}=۰,۲$$

ضریب فصل بهار نسبت به کل سال برابر است با : ۰,۲

در ادامه مقدار پیش بینی فروش برای سال ۱۳۸۸ را بر اساس معادله خط رگرسیون بدست می آوریم. با توجه به اینکه معادله خط رگرسیونی این مسئله در مثال قبل محاسبه شده است، در اینجا از معادله بدست آمده استفاده می کنیم :

$$۴۴۱/۶۷ +۳۵۹/۶۲(۱۸) = ۶۹۱۴/۸$$

مقدار پیش بینی برای سال ۱۳۸۸ را در ضریب ضریب می کنیم:

$$۶۹۱۴/۸ \times ۰/۲ = ۱۳۸۳$$

مقدار پیش بینی برای فصل بهار سال ۱۳۸۸ برابر است با ۱۳۸۳ واحد.

فصل پنجم

برنامه ریزی مواد مورد نیاز

تقاضا برای محصولات و قطعات به دو صورت وجود دارد:

۱) تقاضای مستقل

۲) تقاضای وابسته

۱) تقاضای مستقل برای کالاها و خدماتی به کار می رود که نهایی بوده و جزئی از سایر محصولات و قطعات نیستند به عنوان مثال: فرض کنید که تقاضا برای یک دوره صد دستگاه خودرو پیش بینی شده است. این تقاضا را تقاضای مستقل می گویند. تقاضای مستقل برای یک محصول برابر است با مجموع دو نوع تقاضا که به شرح زیر است:

۱) سفارشات دریافتی از مشتریان: که معمولاً مقادیر آنها مشخص می باشد.

۲) پیش بینی تقاضای نامعلوم (تقاضای پیش بینی نشده): که برای برآورده سازی این تقاضاها از روش های آماری و ریاضی کمک می گیریم.

) تقاضای وابسته: برای اجزا به کار می رود که مقدار تقاضا برای آنها وابسته به مقدار تقاضا برای کالاها و قطعات دیگر است. تقاضای وابسته نیازی به پیش بینی ندارد. به عنوان مثال اگر برای میزان تقاضا برای محصول دوچرخه ۱۰۰ باشد برای تامین این تعداد دوچرخه نیاز به ۲۰۰ چرخ می باشد که در این مثال تقاضا برای دوچرخه را تقاضای مستقل و تقاضا برای چرخ ها را تقاضای وابسته می نامند.

برنامه ریزی مواد مورد نیاز یا MRP (Material Requirement Planning) : به عنوان تکنیکی برای مدیریت تقاضای وابسته استفاده می شود به عبارت دیگر مسئله زمان بندی برای دریافت مواد و قطعات با استفاده از روش MRP حل می شود.

ورودی های سیستم MRP:

۱) زمان بندی اصلی تولید یا همان MPS

۲) لیست مواد و قطعات BOM

۳) پرونده ی ثبت موجودی

خروجی های سیستم MRP:

۱) جدول سفارشی برنامه ریزی شده و سفارش موجودی

۲)گزارشات کنترل و عملکرد

۳)گزارشات برنامه ریزی به همراه گزارشات اجرایی

MPS: برنامه ریزی کلی تولید که بیانگر ظرفیت شرکت یا کارخانه برای تولید انواع مختلف یک محصول می باشد به عنوان مثال در یک کارگاه بیان می شود که ظرفیت کارگاه تولید ۱۰۰۰ میز در کارگاه می باشد. حال اگر برنامه ی تولید ۱۰۰۰ میز را به انواع مختلف آن تفکیک کنیم و زمان آنها را مشخص کنیم از برنامه ریزی تفسیری یا زمان بندی اصلی تولید استفاده کرده ایم. درواقع زمان بندی اصلی تولید مشخص می کند که از هر محصول به چه تعداد و در چه زمانی استفاده می شود.

BOM: که نقشه ی قطعات یک محصول را نشان می دهد در زمانی کاربرد دارد که بخواهید بررسی کنید که برای ساخت یک محصول به چه قطعاتی و از هر قطعه به چه تعدادی نیاز هست و ترتیب ساخت برای هر محصول چگونه است.

پرونده ی ثبت موجودی: یا صورت موجودی انبار بیانگر وضعیت موجودی های مربوط به قطعات برای مونتاژ در محصول نهایی می باشد درواقع نشان می دهد که از هر قطعه چه تعداد در انبار وجود دارد.

خروجی های سیستم MRP:

شامل دو نوع گزارشات اولیه و ثانویه می شود. گزارشات اولیه شامل جداول سفارشات برنامه ریزی شده، گزارشات تولید، تغییرات در تاریخ های سررسید، حذف یا توقف سفارشات باز و اطلاعات مربوط به وضع موجودی برای هر کالا می باشد. بنابراین می توان گفت مهم ترین دستاورد سیستم MRP گزارشات کنترل تولید و موجودی کالا می باشد.

ثانویه: شامل گزارشات برنامه ریزی، گزارشات اجرایی و گزارشات استثنایی می باشد. گزارشات برنامه ریزی به منظور مشخص کردن نیازهای آتی و گزارشات اجرایی به منظور بررسی اختلافات بین برنامه ها و عملکرد واقعی تهیه می شود. گزارشات استثنایی بر مشکلات موجود در رابطه با سفارشات به تأخیر افتاده و ضایعات بیش از حد اندازه متمرکز می باشد.

- ✓ **جدول برنامه ریزی مورد نیاز:**

به منظور ساخت یا تحلیل محصول نهایی در زمان مقرر شده در برنامه ی MPS می بایست قطعات یا اجزای این محصولات در زمان مناسب تحویل داده شود. برای تعیین زمان مناسب جهت دریافت مواد و قطعات وابسته از روش MRP استفاده می شود. در سیستم MRP ابتدا تقاضا برای محصول نهایی تعیین شده سپس این محصول و اجزای تشکیل دهنده ی آن تجزیه شده و در نهایت با استفاده از سیستم MRP احتیاج به هر یک از مواد و قطعات وابسته در زمان مورد نیاز برنامه ریزی می شود به منظور تعیین تعداد قطعات و تشکیل سیستم MRP می بایست جداول MRP را برای هر یک از اجزای محصول به ترتیب از بالاترین سطح تا پایین ترین سطح ترسیم نمود. بنابراین اولین جدول برای محصول نهایی ترسیم می شود. عناصر این جداول عبارت است از:

۱) نیاز ناخالص: تعداد کالای مورد نیاز بدون در نظر گرفتن سفارشات دریافتی یا تعداد کالای موجود در انبار

۲) موجودی در دسترس: تعداد کالای موجود در انبار

۳) سفارشات دریافتی: تعداد قطعه ای که از قبل برنامه ریزی شده تا در تاریخ معینی تحویل گردد.

۴) نیاز خالص: تعدادی از کالای مورد نیاز ممکن است از انبار یا از سفارشات برنامه ریزی شده تأمین گردد. اما اگر تعداد کالای مورد نیاز بیش از مقدار موجود کالا باشد مقدار کمبود کالا را نیاز خالص می گویند.

نیاز خالص هر دوره =MAX {۰ و (دریافتی برنامه ریزی شده + موجودی) – تقاضا}

این فرمول بیان می کند که اگر مجموع قطعات دریافتی برنامه ریزی شده و موجودی انبار در یک دوره ، بیش از تقاضای آن دوره باشد، نیاز خالص آن دوره صفر می شود و مقدار مازاد به عنوان موجودی دوره بعد در انبار نگهداری می شود. نیاز خالص به قطعات هیچ گاه صفر نمی شود.

۵) درخواست: پس از آنکه نیاز خالص به یک قطعه مشخص گردید می بایست تعداد مورد نیاز سفارش داده شود. اما هر نوع سفارشی داده می شود. مدت زمانی طول می کشد که تا سفارش تحویل گردد که به آن زمان تاخیر می گویند. بنابراین در تعیین زمان درخواست برای قطعات باید زمان تأخیر آن نیز لحاظ گردد. تعداد قطعه درخواستی به دو صورت ممکن است سفارش داده شود:

۱- روش بهر به بهر یا روش LBL (Lot By Lot): در این روش مقدار درخواست قطعات دقیقا به اندازه نیاز خالص می باشد. به این روش ، روش دسته به دسته نیز می گویند.

۲- روش بسته ای : در این روش مقدار هر بار سفارش به صورت مضربی از یک عدد خاص ارسال می گردد. به طور مثال فرض کنید نیاز خالص به قطعه ای برابر با ۱۳۰ عدد باشد، اما چون فروشنده محموله ها را به صورت مضربی از عدد ۱۰۰ ارسال می کند ، بنابراین می بایست اجبارا ۲۰۰ قطعه سفارش داده شود . در نتیجه ۷۰ قطعه مازاد وجود دارد که به عنوان موجودی انبار برای دوره های آتی ذخیره می گردد.

مثال : با توجه به اطلاعات بدست آمده از قطعه A ، موجودی در دسترس این قطعه (موجودی انبار) برابر ۲۵۰ واحد، نیاز ناخالص برای این قطعه در هفته اول برابر ۳۳۰ ، سفارش دریافتنی در هفته اول برابر ۲۹۰ واحد، سفارش دریافتنی در هفته دوم برابر ۳۰ واحد، نیاز ناخالص در هفته سوم برابر ۲۸۰ واحد و همچنین ۱۹۰ واحد در هفته چهارم می باشد. ابتدا با در نظر گرفتن روش بهر به بهر جدول برنامه ریزی را تکمیل کرده و سپس با

نظر گرفتن این فرض که تامین کننده این قطعه، برای تحویل آن قطعات را در بسته های ۱۰۰ تایی ارسال می کند، با روش بسته جدول را تکمیل و برنامه ریزی را انجام دهید.

اطلاعات در جدول زیر وارد شده است :

هفته	۰	۱	۲	۳	۴
نیاز ناخالص		۳۳۰	۰	۲۸۰	۱۹۰
موجودی در دسترس	۲۵۰				
سفارش های دریافتی (برنامه ریزی شده)		۲۹۰	۳۰		
نیاز خالص					
درخواست (سفارش)					

روش بهره به بهر :

هفته	۱	۲	۳	۴
نیاز ناخالص	۳۳۰	۰	۲۸۰	۱۹۰
موجودی در دسترس	۲۵۰	۲۱۰	۲۴۰	۰
سفارش های دریافتی (برنامه ریزی شده)	۲۹۰	۳۰	۰	۰
نیاز خالص	۰	۰	۴۰	۱۹۰
درخواست (سفارش)	۴۰	۱۹۰		

- روش بسته ای :

اگر قرار باشد که قطعات مورد نیاز در بسته های ۱۰۰ تایی ارسال گردد ، جدول بصورت زیر تکمیل می گردد:

هفته	۱	۲	۳	۴	۵
نیاز ناخالص	۳۳۰	۰	۲۸۰	۱۹۰	
موجودی در دسترس	۲۵۰	۲۱۰	۲۴۰	۶۰	۷۰
سفارش های دریافتی (برنامه ریزی شده)	۲۹۰	۳۰	۰	۰	
نیاز خالص	۰	۰	۴۰	۱۳۰	
درخواست (سفارش)	۱۰۰	۲۰۰			

فصل ششم:

مدل های کنترل موجودی

منظور از موجودی ، کالا یا مواد تحت کنترل سازمان می باشد که برای مدتی و به منظور فروش یا مصرف در یک حالت نسبتا راکد و غیر تولیدی نگهداری می شود.

- ✓ **انواع موجودی:** ۱- مواد اولیه ۲- کالاها و قطعات نیمه ساخته ۳- قطعات یا زیر مونتاژ ها ۴- محصول نهایی یا تمام شده ۵- ملزومات یا مواد غیر مستقیم

هزینه موجودی ها :

- هزینه خرید یا هزینه مواد ۲- هزینه سفارش دهی ۳- هزینه های کمبود کالا ۴- هزینه های نگهداری

- **مدل مقدار اقتصادی سفارشEOQ**

این مدل ساده ترین مدل کنترل موجودی می باشد. که در آن تقاضا قطعی و ساکن است. هدف این مدل که به مدل ویلسون معروف است. حداقل نمودن مجموع هزینه های نگهداری و سفارش است. به این مدل ، مدل کلاسیک نیز گفته می شود.

پارامترهای مدل:

تقاضا: D

هزینه سفارش دهی : C_O

هزینه نگهداری : C_h

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2\times D\times C_O}{C_h}}$$

مثال : اگر مقدار تقاضای سالیانه برای محصولی ۱۰/۰۰۰ واحد و هزینه ی هر بار سفارش دهی ۱۸ واحد پولی باشد و هزینه ی نگهداری برای هر واحد در سال برابر ۴ واحد پولی باشد، مقدار اقتصادی سفارش چقدر است؟

D=۱۰/۰۰۰

$$EOQ = \sqrt{\frac{۲(۱۰/۰۰۰\times ۱۸)}{۴}} = ۳۰۰$$

C_0=۱۸

C_h=۴

نکته: در مدل EOQ (مقدار اقتصادی سفارشی) در نقطه ی Q (بهینه) هزینه ی نگهداری کل برابر است با هزینه ی سفارشی کل.

نکته: برای سفارش کالا تعداد مهم است نه قیمت.

هزینه خرید $\rightarrow$ هزینه کل سیستم موجودی $TC = \frac{Q}{۲}\times Ch + \frac{D}{Q}\times C_{\cdot} + CD$

مثال: اگر تقاضای سالانه محصولی ۷۲۰۰۰ واحد پولی ، هزینه هر بار سفارش ۶۴۰۰ واحد پولی ، هزینه سالانه نگهداری هر واحد ۱۰۰ واحد پولی و هزینه خرید یک واحد محصول برابر ۲۰۰ واحد پولی باشد مطلوبست: محاسبه میزان اقتصادی سفارش و هزینه کل سیستم موجودی و هزینه کل موجوی.

حل:

میزان سفارش اقتصادی:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2\times 72000\times 6400}{100}} = ۳۰۳۵/۷۸\rightarrow ۳۰۳۶$$

$Q^{۱}$= ۳۰۳۶

---

۱ EOQ

هزینه کل سیستم موجودی:

$$TC = \frac{3036}{2} + 100 + \frac{72000}{3036} \times 6400 + 200 \times 72000 = ۱۴۷۰۳۵۷۸$$

نکته: به منظور محاسبه هزینه کل موجودی ، هزینه کل خرید(CD) از رابطه TC حذف می شود و فقط با جمع هزینه کل سفارش دهی و هزینه کل نگهداری ، هزینه کل موجودی محاسبه می شود:

هزینه کل موجودی:

$$TC = \frac{Q}{2} C_h + \frac{D}{Q} C_o$$

با توجه به اطلاعات مسئله، هزینه کل موجودی برابر است با :

$$TC = \frac{3036}{2} + 100 + \frac{72000}{3036} \times 6400 = ۳۰۳۵۷۸/۶۵$$

مثال: با توجه به اطلاعات مثال قبل و در نظر گرفتن ۳۶۰ روز کاری در سال، تعداد دفعات سفارش در سال، فاصله زمانی بین دو سفارش، متوسط موجودی و حداکثر موجودی را حساب کنید.

حل: تعداد دفعات سفارش

$$\frac{D}{Q^*} = \frac{۷۲۰۰۰}{۳۰۳۶} = ۲۳ / ۷۰۲۴ = ۲۴$$

به طور تقریبی تعداد دفعات سفارش در طول سال ۲۴ بار است.

فاصله زمانی بین دو سفارش = تعداد دفعات سفارش / تعداد روزهای کاری در سال

$$\frac{۳۶۰}{۲۴} = ۱۵ \text{ روز}$$

هر ۱۵ روز یک بار باید سفارش داده شود.

متوسط موجودی

$$\frac{Q^*}{۲} = \frac{۳۰۳۶}{۲} = ۱۵۱۸$$

در طول سال به طور متوسط ۱۵۱۸ واحد کالا در انبار موجود است.

چون در هر بار سفارش به اندازه Q^* کالا دریافت می شود و مصرف ثابت و یکنواخت است. بنابراین حداکثر موجودی در انبار به اندازه Q^* است. $Q^* = ۳۰۳۶$

نقطه سفارش مجدد(ROP):

مثال: اگر تقاضای سالانه برای کالایی ۷۲۰۰ بوده و تعداد روزهای کاری ۳۰۰ روز در سال و زمان تاخیر دریافت سفارش ۳ روز و میزان ذخیره احتیاطی صفر باشد، نقطه سفارش مجدد را تعیین نمایید.

حل:

$$ROP = (۷۲۰۰۰ / ۳۰۰) \times +۰ = ۷۲۰$$

منظور از نقطه سفارش مجدد این است که وقتی موجودی کالا به میزان ۷۲۰ واحد برسد لازم است سفارش مجدد آن انجام گیرد.

معمولاً در سیستم های سنتی برای اطلاع از نقطه سفارش مجدد از «سیستم دو جعبه ای» استفاده می نمودند. بدین طریق که هر نقطه را در دو جعبه با مقادیر متفاوت قرار داده، در یک جعبه به اندازه میزان ROP و در جعبه دیگر باقیمانده مقدار کالای دریافتی را قرار می دادند. ابتدا از جعبه ای که باقیمانده کالای دریافتی است استفاده نموده تا جعبه خالی شود. در این صورت هنگامی که به جعبه دوم یا جعبه ای که محتوی میزان ROP است می رسیدند، بلافاصله از کالای فوق سفارش می دادند در حالی که در سیستم های جدید با وارد نمودن اطلاعات در نرم افزار، وقتی که موجودی به میزان ROP برسد، نرم افزار با کمک علائمی زمان سفارش قطعه فوق را هشدار می دهد.

مثال: اگر تقاضای سالیانه محصولی ۱۲۰۰۰ واحد باشد و هزینه هر بار سفارش ۲۰ واحد پولی و هزینه نگهداری یک واحد کالا در سال ۱۲ واحد پولی ، با در نظر گرفتن اینکه زمان تاخیر(LT) یا زمان انتظار برای دریافت محصول یک ماه در سال باشد.

الف) میزان سفارش اقتصادی را محاسبه نمائید.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 12000 \times 20}{12}} = ۲۰۰$$

ب) نقطه سفارش مجدد به چه میزان است؟

برای محاسبه نقطه سفارش مجدد، باید بین LT و T مقایسه ای انجام شود. در واقع بین زمان تاخیر و مدت زمانی که نیاز است کالا دریافت شده در کارخانه مورد استفاده قرار گیرد، مقایسه ای انجام می پذیرد و این مقایسه دو شرط ایجاد می کند. اگر مقدار LT بزرگتر از T بدست آمد از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} L_T = \frac{۱}{۱۲} \\ T = ? \Rightarrow T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{۲۰۰}{۱۲۰۰۰} = \frac{۱}{۶۰} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{۱}{۱۲} \succ \frac{۱}{۶۰} \Rightarrow L_T \succ T$$

از طرفی

$$r = DL_T - MQ^*$$

$$r = DL_T - MQ^* \Rightarrow ۱۲۰۰۰ \times \frac{۱}{۱۲} - \left[\frac{\frac{۱}{۱۲}}{\frac{۱}{۶۰}}\right] \times ۲۰۰ = ۰ \quad M = \left[\frac{L_T}{T}\right] = \left[\frac{\frac{۱}{۱۲}}{\frac{۱}{۶۰}}\right]$$

نقطه مجدد سفارش برابر صفر است. یعنی اینکه در شرایطی دوباره اقدام به سفارش می کنیم که مقدار موجودی انبار برابر صفر باشد.

لازم به ذکر است که M ، جز صحیح است ، یعنی مقدار اعشاری تقسیم LT بر T محاسبه در نظر گرفته نمی شود.

- اگر Tبزرگتر از LT باشد از رابطه زیر برای تعیین نقطه سفارش مجدد استفاده می کنیم:

$r= D\times L_T$

ج) هزینه کل موجودی را نیز محاسبه نمائید.

تمرین: تقاضای کالایی ۳۶۰۰ واحد است. هزینه خرید هر واحد از این کالا برابر ۱۰۰ تومان و هزینه هر بار سفارش برابر ۹۰ تومان است. نرخ هزینه نگهداری ۲۰٪ هزینه خرید کالا می باشد، مطلوبست:
الف) میزان سفارش اقتصادی ب) هزینه کل سیستم موجودی ج) هزینه کل موجودی د) اگر زمان تحویل این کالا برابر ۵۰ روز باشد نقطه سفارش مجدد به چه میزان خواهد (هر سال ۳۶۰ روز در نظر گرفته شود).

تخفیف در خرید کلی کالا در سفارش اقتصادی:

مثال: شرکتی کالای مورد نیاز خود را در جعبه های حاوی ۱۰ عدد خریداری می کند. مصرف سالانه(تقاضا) این کالا ۱۰۰۰ جعبه بوده، هزینه هر سفارش ۱۰۰ ریال و هزینه نگهداری ۲۰٪ قیمت خرید کالاست.
فروشنده قیمت خرید کالا را مطابق جدول زیر ارائه کرده است. تعیین کنید که با چه میزان خرید، کل هزینه ها حداقل می شود؟

میزان خرید	قیمت هر جعبه
$Q < 100$	۵۰ ریال
$300 \geq Q \geq 100$	۴۹ ریال
$Q > 300$	۴۸/۵ ریال

حل: برای حل از پایین تر قیمت شروع نموده و میزان EOQ و (هزینه کل سیستم موجودی)TC را محاسبه می کنیم تا حداقل هزینه ها به دست آید.

- محاسبه بر اساس قیمت : ۴۸/۵ :

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}} = \sqrt{\frac{۲\times۱۰۰۰\times۱۰۰}{\%۲۰\times۴۸/۵}} = ۱۴۳/۵ \qquad P = ۴۸/۵$$

حداقل تعداد پیشنهادی فروشنده در این سطح قیمت ۳۰۰ واحد است و با توجه به اینکه مقدار سفارش اقتصادی بدست آمده برابر با ۱۴۴ می باشد و این مقدار در بازه تعریف شده یعنی بیشتر از ۳۰۰ واحد قرار نمی گیرد در نتیجه مقدار $Q^۲$ را همان ۳۰۰ واحد در نظر می گیرم و هزینه کل سیستم موجودی را بر این اساس محاسبه می کنیم :

$$TC = \frac{Q}{2} C_h + \frac{D}{Q} C_o + CD$$

$$TC = \frac{300}{2} (9.7) + \frac{1000}{300} (100) + 48.5\times1000 = ۵۰۲۸۸/۳۳$$

- محاسبه با قیمت ۴۹ ریال:

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_o}{C_h}} = \sqrt{\frac{۲\times۱۰۰۰\times۱۰۰}{\%۲۰\times۴۹}} = ۱۴۲/۸ \approx ۱۴۳$$

میزان Q^* در محدوده تعداد پیشنهادی فروشنده بوده، بنابراین هزینه کل براساس سفارش ۱۴۳ واحد محاسبه می گردد.

$$TC = \frac{143}{2} (9.8) + \frac{1000}{143} (100) + 49\times1000 = ۵۰۴۰۰$$

- محاسبه بر اساس قیمت ۵۰ ریال:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2\times1000\times100}{20\%\times50}} = ۱۴۲$$

۲

بازه تعیین شده بر اساس است که مقدار Q باید کوچکتر از ۱۰۰ باشد، در صورتی که مقدار ۱۴۲ بدست آمده ، در نتیجه مقدار Q برابر ۱۰۰ در نظر گرفته می شود:

$$TC = \frac{100}{2}(10) + \frac{1000}{100}(100) + 50\times1000 = ۵۱۵۰۰$$

پس از محاسبه سه شرط مسئله ، هزینه های کل سیستم موجودی را با یکدیگر مقایسه می کنیم و پایین تر هزینه را برای تعیین مقدار اقتصادی سفارش انتخاب می کنیم. پایین ترین مقدار مربوط به مقدار ۳۰۰ با ۵۰۲۸۸ واحد هزینه است. در نتیجه مقدار ۳۰۰ واحد سفارش می دهیم.

تجزیه و تحلیل حساسیت:

مثال : شرکت پویا قراردادی برای تولید ۱۵۰۰۰۰ واشر منعقد کرده است. این شرکت مواد اولیه موردنیاز برای ۴۰۰۰۰ واشر را یکجا سفارش می دهد. هزینه هر بار سفارش ۴۰۰۰ ریال، هزینه نگهداری ۲۰٪ قیمت کالا و قیمت کالا ۱۵ ریال است. مدیران شرکت مایل هستند بدانند نحوه تنظیم سفارش آنها تا چه حد از تعداد اقتصادی سفارش فاصله دارد و از این بابت به چه میزان ضرر می کنند؟

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{۲DC_.}{C_h}} = \sqrt{\frac{۲\times۱۵۰۰۰۰\times۴۰۰۰}{۰/۲۰}} = ۲۰۰۰۰$$

$$\frac{TC}{TC^*} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{Q^*}{Q} + \frac{Q}{Q^*}\right) = \frac{۱}{۲}\left(\frac{۲۰۰۰۰}{۴۰۰۰۰} + \frac{۴۰۰۰۰}{۲۰۰۰۰}\right) = ۱/۲۵$$

$$TC^* = \frac{DC}{Q^*} + \frac{Q^*}{۲} = \frac{۱۵۰۰۰}{۲۰۰۰۰}\times۴۰۰۰ + \frac{۲۰۰۰۰}{۲}\times\%۲۰\times۱۵ = ۶۰۰۰۰$$ هزینه کل بهینه

در صورت سفارش ۴۰۰۰۰ واحد کالا میزان هزینه کل ۶۰۰۰۰ است.

۱/۶۰۰۰۰×۲۵=۷۵۰۰۰

زیان سالانه شرکت

۶۰۰۰۰-۷۵۰۰۰=۱۵۰۰۰

مقدار تولید اقتصادی EPQ

$$\text{EPQ} = \sqrt{\frac{2\times D\times C_t}{C_{h(1-\frac{D}{P})}}}$$

پارمترهای مدل :

D: مقدار مصرف و یا همان تقاضا

C_t: هزینه نصب و راه اندازی

C_h: هزینه نگهداری

$(1-\frac{D}{P})$: معکوس نسب تقاضا به تولید

تفاوت اصلی مدلEPQ نسبت به مدل EOQ آن است که در مدل EPQ یا همان تولید اقتصادی، بخشی از تولید و یا تمام فرآیند محصول در اختیار شرکت است. در نتیجه با قید تولید که همان P باشد در مسئله در نظر شود. به همین منظور در رابطه مذکور قید $(1-\frac{D}{P})$اضافه می شود.

بر همین اساس مقدار حداکثر موجودی در مدل تولید اقتصادی به شکل زیر تعریف می شود:

$$Q^*(1-\frac{D}{P})$$

در محاسبه هزینه کل موجودی و هزینه کل سیستم موجودی نیز این قید به هزینه نگهداری اضافه می گردد:

$$\text{TC} = \frac{Q}{2}\,C_h(1-\frac{D}{P}) + \frac{D}{Q}\,C_t + \text{CD}$$

$$\text{TC} = \frac{Q}{2}\,C_h(1-\frac{D}{P}) + \frac{D}{Q}\,C_t$$

مثال: میزان تقاضای محصولی در سال ۱۲۰۰۰ واحد ، نرخ تولید آن در سال ۴۸۰۰۰ واحد ،هزینه ی نگهداری هر واحد در سال ۸۰ واحد پولی و هزینه ی هر بار نصب و راه اندازی دستگاه ۱۰۰۰۰ واحد پولی می باشد ،مقدار تولید اقتصادی و هزینه کل سیستم موجودی را محاسبه کنید.

$$EOQ = \sqrt{\frac{۲\times(۱۲/۰۰۰\times۱۰/۰۰۰)}{۸۰\left(۱-\frac{۱۲/۰۰۰}{۴۸/۰۰۰}\right)}} = ۲۰۰۰$$

$$TC = \frac{۲/۰۰۰}{۲}\times۸۰\left(۱-\frac{۱۲/۰۰۰}{۴۸/۰۰۰}\right)+\frac{۱۲/۰۰۰}{۲/۰۰۰}\times۱۰/۰۰۰+۰ = ۱۲۰/۰۰۰$$

مثال: میزان تقاضای محصولی در یک شرکت ۲۱۰۰ عدد در سال ، و نرخ تولید این محصول ۲۵۰۰ واحد در سال ، بهای تمام شده هر واحد محصول ۳۰ واحد پولی ، هزینه ی راه اندازی و نصب تجهیزات ۷۰۰ واحد پولی و هزینه ی نگهداری هر محصول معادل ۲۰٪ بهای تمام شده یک محصول می باشد. مقدار اقتصادی تولید، هزینه کل سیستم موجودی، هزینه کل موجودی و حداکثر موجودی انبار را محاسبه کنید.

$$EOQ = \sqrt{\frac{۲\times D\times C_{.}}{Ch\left(۱-\frac{D}{P}\right)}} = \sqrt{\frac{۲\times۲۱۰۰\times۷۰۰}{۶\left(۱-\frac{۲۱۰۰}{۲۵۰۰}\right)}} = ۱۷۵۰$$

$$TC = \frac{1750}{2}\times6\left(1-\frac{2100}{2500}\right) + \left(\frac{2100}{1750}\right)\times700 + 30\times2100 = ۶۴۶۸۰$$

$$TC = \frac{1750}{2}\times6\left(1-\frac{2100}{2500}\right) + \left(\frac{2100}{1750}\right)\times700 = ۱۶۸۰$$

$$Q^{*}\left(1-\frac{D}{P}\right) = \quad ۱۷۵۰\times۰,۱۶ = ۲۸۰$$

- محاسبه نقطه سفارش مجدد در مدل EPQ

محاسبه نقطه سفارش مجدد در مدل EPQ شرایطی مشابه مدل EPQ دارد. تفاوت اصلی در بررسی شرط ها و مقایسه ای است که بین LT و T انجام می گیرد ، به طوری که در مدل EPQ به دلیل وجود قید $(1-\frac{D}{P})$ ، مقدار LT با Td مقایسه می شود. برای محاسبه Td نیز از رابطه زیر استفاده می کنیم :

$$\mathrm{Td} = \frac{Q^*}{D}\left(1-\frac{D}{P}\right)$$

س از محاسبه Td این مقدار با LT مقایسه می کنیم . اگر مقدار LT از مقدار Td بزرگتر بود از رابطه زیر برای محاسبه نقطه سفارش مجدد (r) استفاده می کنیم :

$$\mathrm{r} = \mathrm{DL_T} - \mathrm{MQ^*}$$

نکته: محاسبه M : از تقسیم جز صحیح LT بر Td بدست می آید. $\mathrm{M}=\left[\frac{LT}{Td}\right]$

اگر مقدار Td از مقدار LT بزرگتر بود از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\mathrm{r}= \mathrm{DL_T}$$

مثال: میزان تقاضا برای قطعه ای در خطوط نهایی یک کارخانه ۱۲۰۰۰ واحد در سال و میزان تولید آن در خطوط مونتاژ اولیه همان کارخانه ۴۸۰۰۰ واحد در سال است. اگر ارزش هر واحد قطعه ۵۰۰ ریال، هزینه نگهداری هر قطعه ۸۰ ریال و هزینه آماده سازی تولید(نصب و راه اندازی) هر بار ۱۰۰۰۰ ریال و مدت زمان دریافت قطعات از زمان ثبت سفارش تا تحویل از واحد تولید ۵۰ روز باشد. مطلوب است تعیین میزان تولید کارخانه در شرایط بهینه(میزان تولید اقتصادی)، هزینه کل سیستم موجودی، هزینه کل موجودی، حداکثر موجودی انبار، نقطه سفارش مجدد در شرایطی که تعداد روز های کاری در سال ۲۵۰ روز است.

$$EPQ = \sqrt{\frac{2\times12000\times10000}{80_{(1-\frac{12000}{48000})}}} = ۲۰۰۰$$

$$TC = \frac{2000}{2}\times80(1-\frac{12000}{48000}) + (\frac{12000}{2000})\times10000 + 500\times12000 = ۶۱۲۰۰۰۰$$

$$TC = \frac{2000}{2}\times80(1-\frac{12000}{48000}) + (\frac{12000}{2000})\times10000 = ۱۲۰۰۰۰$$

$$I_{max} = 2000(1 - \frac{12000}{48000}) = ۱۵۰۰$$

$$LT = \frac{50}{250} = ۰/۲$$

$$Td = \frac{2000}{12000}(1 - \frac{12000}{48000}) = ۰/۱۲۴$$

$$LT > Td$$

$$r = DL_T - MQ^*$$

$$M = \left[\frac{0.2}{0.124}\right] = ۱/۶۱$$

$$M = ۱$$

$$r = ۱۲۰۰۰\times۰/۲ - ۱\times۲۰۰۰ = ۴۰۰$$

فصل هفتم:

مکان یابی و استقرار کارخانه

تصمیم گیری درباره موقعیت و مکان ایجاد یا توسعه یک واحد صنعتی، یکی از اساسی‌ترین تصمیمات سرمایه‌گذاران بشمار می‌رود که می‌تواند در جهت گیری‌های استراتژیک کارخانه نقش اساسی ایفا نماید و سود آوری آن را در بلند مدت تحت تاثیر قرار دهد. به گونه‌ای که اگر در هنگام انتخاب محل اجرای طرح، بررسی‌های لازم صورت نگیرد این امر می‌تواند حیات سازمان را در بلند مدت تحت تاثیر قرار دهد. انجام مطالعات مکان‌یابی (Facility Location) درست و مناسب، علاوه بر تاثیر اقتصادی بر عملکرد واحد صنعتی، اثرات اجتماعی، محیط زیستی، فرهنگی و اقتصادی در منطقه محل احداث خود خواهد داشت.

مسایل مکان یابی، هدف‌های مختلفی را دربردارند. هدفها در شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای تصمیم‌گیری در یک مساله مکان‌یابی و زیر معیارهای آنها، اهمیت و نقش مهمی دارند. در یک تقسیم بندی در سال ۱۹۹۵ هدف‌های مسایل مکان‌یابی با رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی و برحسب انواع تابع هدف، به سه دسته تقسیم شده‌اند:

۱) هدف‌های کششی (Pull): این هدف‌ها اشاره به نزدیکی هر چه بیشتر محل استقرار کارخانه به مشتریان و کمتر کردن مسافت دارند که شامل قدیمی ترین مسایل مکان‌یابی می شوند. در واقع مسایلی که تابع هدف آنها به‌صورت کمینه‌سازی است، هدف‌های کششی دارند.

۲) هدف‌های فشاری (Push): این هدف‌ها مسایل مکان‌یابی مراکز نامطلوب را در بر می گیرند و از اوایل دهه ۱۹۷۰ بوجود آمدند. هدف در این مسایل، حداکثر کردن فاصله مراکز جدید از مراکز موجود است. مدل‌هایی که برای این نوع هدف‌ها ارائه شدند بعدها به مدل‌های مکان‌یابی مضر(Noxious Location Models) معروف شدند. مثال برای این هدف‌ها، یافتن مکان مناسب برای دفن زباله است که در آن، یکی از هدف‌ها بیشینه کردن فاصله این مکان، از مناطق مسکونی است.

۳) هدف‌های متعادل (Balancing): هدف‌هایی هستند که تلاش در متعادل ساختن مسافت بین مراکز و مشتریان دارند. این هدف‌ها پیوسته ترین نوع هدف‌ها هستند و هدف اصلی آنها دستیابی به برابری است. این هدف‌ها بیشتر در تصمیم گیری‌های عمومی کاربرد دارند؛ جایی که هدف برقراری عدالت بین افراد است. مانند متعادل کردن حجم کاری مراکز پلیس که سبب متعادل شدن ارایه خدمات به متقاضیان می‌شود.

تعیین محل کارخانه از تصمیمات مهمی است که عوامل درون سازمانی و برون سازمانی مختلفی بر آن اثر دارند.

عوامل موثر در تعیین محل کارخانه:

کارخانه به عنوان یک سیستم دارای اجزای داده، عملیات، ستاده و بازخور بوده که با محیط در حال تعامل است. بنابراین عوامل موثر درتعیین محل استقرار سازمان را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

۱- داده (Input): منظور از آن ورودی‌های سیستم است، که عبارتند از: مواد اولیه، نیروی کار، هزینه حمل و نقل مواد، سطح دستمزد و مهارت کارکنان و تامین انرژی و سوخت.

۲- مشخصات سیستم عملیاتی (Process): تکنولوژی مورد استفاده و مشخصات آن و اثرات آن بر آلودگی محیط زیست.

۳- ستاده (Output): خروجی‌های سیستم که عبارتند از: مشخصات محصول تولید شده از نظر سنگینی و حجم آن و نزدیکی به بازار فروش.

۴- محیط: شامل قوانین حقوقی و مالیاتی، بازار، رقبا و... است.

* تمام عناصری که در تعیین محل استقرار نقش دارند بر یکدیگر تاثیر وتاثر متقابل دارند.

۵- عوامل مربوط به بازار

متمرکز یا غیرمتمرکز بودن تقاضا (مشتریان)

نزدیک بودن به رقبا

عرضه کنندگان مواد اولیه

تمرکز نیروی کار و میزان دسترسی به نیروی کار ماهر

۶- هزینه حمل و نقل:

برخی از کارخانجات نیاز دارند که به وسایل حمل ونقل زمینی، دریایی یا هوایی دسترسی داشته باشند تا بتوانند مواد اولیه یا محصولات خود را سریعا دریافت یا ارسال نماید.

اگر مواد اولیه سازمان حجیم باشد لازم است محل کارخانه در مجاورت تامین کنندگان مواد اولیه قرار داده شود. برای مثال، مواد اولیه واحد تولید کاغذ که وابسته به الوار است، باید نزدیک بنادر احداث شوند یا کارخانه مس سرچشمه نزدیک معادن مس است. چنانچه محصولات حجیم باشند لازم است که در مجاورت مشتریان خود قرار گیرند تا هزینه حمل و نقل کالا به بازار فروش به حداقل برسد.

۷- هزینه استخدام و بکارگیری نیروی انسانی، سطح مهارت و تخصص مورد نیاز

برای مثال کارخانه‌ای که نیاز به تعداد زیادی نیروی انسانی دارد باید نزدیک به شهرها یا شهرک‌ها احداث شوند تا بتوانند با کمترین هزینه رفت و آمد، به نیروی کار دسترسی داشته باشند.

۸- هزینه انرژی، آب، سوخت مورد نیاز و میزان دسترسی به آنها

برای مثال، نیرگاه‌های برق باید در مجاور منابع تولید برق باشند تا به سهولت به آن دسترسی داشته باشند. موجود بودن آب و هزینه آن برای صنایعی که نیاز فراوان به آب دارند نیز عامل تعیین کننده است.

۹- مقررات قانونی:

مانند کنترل آلودگی هوا که موجب تمرکز صنایع در خارج از شهر می شود.

۱۰- عوامل آب و هوایی و موجود بودن مراگز دفع ضایعات:

برخی صنایع مانند نساجی لازم است در مناطق مرطوب تاسیس شوند و یا برخی دیگر مانند صنعت الکتریک که باید در وضعیت غیر مرطوب و خشک تاسیس گردد. همچنین فراهم بودن امکانات دفع ضایعات در برخی صنایع از عوامل تعیین کننده محسوب می شود.

۱۱- در نظر گرفتن مسائل جامعه:

ممکن است محدودیت قانونی در زمینه احداث کارخانه در محل معینی وجود نداشته باشد. ولی مردم از صدای زیاد، گرد و غبار یا عوامل مضر دیگر ناراضی باشند و مانع احداث کارخانه در منطقه مورد نظر گردند.

روش کمی در مکان یابی کارخانه

- **روش مرکز جاذبه**

مثال: شرکت رستوران های زنجیره ای محیار، مواد اولیه موردنیاز رستوران ها را از چهار تامین کننده خریداری می کند. شرکت می خواهد یک مرکز توزیع برای آماده سازی و بسته بندی مواد اولیه قبل از حمل به رستوران ها را بسازد. محل هر یک از تامین کنندگان و تعداد بار کامیون ها در جدول زیر نشان داده شده است. محل توزیع را محاسبه کنید.

مختصات رستوران	X_i	Y_i	W_i
A	۲۰۰	۲۰۰	۷۵
B	۱۰۰	۵۰۰	۱۰۵
C	۲۵۰	۶۰۰	۱۳۵
D	۵۰۰	۳۰۰	۶۰

حل:

$$X = \frac{\sum_{i=A}^{D} X_i W_i}{\sum_{i=A}^{D} W} = \frac{(۲۰۰)(۷۵) + (۱۰۰)(۱۰۵) + (۲۵۰)(۱۳۵) + (۵۰۰)(۶۰)}{۷۵ + ۱۰۵ + ۱۳۵ + ۶۰} = ۲۳۸$$

$$Y = \frac{\sum_{i=A}^{D} y_i W_i}{\sum_{i=A}^{D} W} = \frac{(۲۰۰)(۷۵) + (۵۰۰)(۱۰۵) + (۶۰۰)(۱۳۵) + (۳۰۰)(۶۰)}{۷۵ + ۱۰۵ + ۱۳۵ + ۶۰} = ۴۴۴$$

مثال: با توجه به اطلاعات جدول زیر و با استفاده از مدل جاذبه مختصات کدام محل انتخاب می شود؟

مکان ها	X	Y	میزان بار
A	۲	۵	۱۰۰
B	۳	۶	۲۰۰
C	۴	۷	۱۵۰
D	۵	۸	۲۵۰

$$X = \frac{\Sigma w_i x_i}{\Sigma w_i} = \frac{(۲۵۰ \times ۵) + (۱۵۰ \times ۴) + (۲۰۰ \times ۳) + (۱۰۰ \times ۲)}{۷۰۰} = ۳ / ۷$$

$$X = \frac{\Sigma w_i y_i}{\Sigma w_i} = \frac{(۲۵۰ \times ۸) + (۱۵۰ \times ۶) + (۲۰۰ \times ۷) + (۱۰۰ \times ۵)}{۷۰۰} = ۶ / ۸$$

با توجه به محاسبات صورت گرفته، مختصات جدید (X,Y) برای تعیین محل جدید بدست می آید.

- **روش وزن دهی به عوامل جایابی:**

مثال: سه مکان جدید برای تاسیس یک کارخانه لاستیک سازی پیشنهاد شده است. با توجه به ان و اولویت های داده شده به هر یک از عوامل در تعیین مکان جدید کارخانه و امتیاز عواملی که هر یک از مکان های پیشنهادی دارا می باشند به تعیین مکان جدید بپردازید.

عوامل جایابی	امتیازات			وزن
	مکان ۳	مکان ۲	مکان ۱	
نرخ دستمزد	۸۰	۱۵	۹۸	٪۳۰
قوانین مالیاتی	۲۰	۳۰	۳۰	٪۴۰
نزدیکی به مشتریان	۱۰	۵۰	۱۰	٪۲۰
شرایط آب و هوایی	۹۰	۴۵	۲۰	٪۱۰

حل:

مکان ۱ =۹۸(۰/۳)+۳۰(۰/۴)+۱۰(۰/۲)+۲۰(۰/۱) =۴۵/۴

مکان ۲ =۱۵(۰/۳)+۳۰(۰/۴)+۵۰(۰/۲)+۴۵(۰/۱) = ۳۱

مکان ۳ =۸۰(۰/۳)+۲۰(۰/۴)+۱۰(۰/۲)+۹۰(۰/۱) = ۴۳

مکان شماره ۱، به دلیل کسب امتیاز بالاتر از سایر گزینه ها، به عنوان محل استقرار انتخاب می شود.

- **روش حرکت – مسافت:**

مثال: شرکت محیار قصد دارد ۳ مکان را برای مرکز توزیعش نسبت به چهار تامین کننده که مختصات آنها در زیر ارائه شده ارزیابی کند. مختصات هر یک از مکان ها به صورت زیر است:

مکان ۱ x_1=۳۶۰ y_1=۱۸۰

مکان ۲ x_2=۴۲۰ y_i=۴۵۰

مکان ۳ x_3=۲۵۰ y_3=۴۰۰

	A	B	C	D
X	۲۰۰	۱۰۰	۲۵۰	۵۰۰
Y	۲۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۳۰۰
W	۷۵	۱۰۵	۱۳۵	۶۰

فاصله بین سایت های پیشنهاد شده (۱ و۲ و۳)و تسهیلات موجود A و B و C و D با استفاده از فرمول خط مستقیم بر d_i به صورت زیر است:

$$d_A = \sqrt{(x_A - x_۱)^۲ + (y_A - y_۱)^۲} = \sqrt{(۲۰۰ - ۲۶۰۰)^۲ + (۲۰۰ - ۱۸۰)^۲} = ۱۶۱/۲$$

محل ۱	محل ۲	محل ۳
d_B=۴۱۲/۳	d_A=۳۳۳	d_A=۲۰۶/
d_C=۴۳۴/۲	d_B=۳۲۳	d_B=۱۸۰//۳
d_D=۱۸۴/۴	d_C=۲۲۶/۷	d_C=۲۰۰
	d_D=۱۷۰	d_D=۲۶۹/۳

$$\text{محل ۱ } LD = \sum_{A}^{D} l_i d_i = (۷۵)(۱۶۱/۲) + (۱۰۵)(۴۱۲/۳) + (۱۳۵)(۴۳۴/۲) + (۶۰)(۱۸۴/۴) = ۱۲۵/۰۶۳$$

$$\text{محل ۲ } LD = ۹۹/۷۸۹$$

$$\text{محل ۳ } LD = ۷۷/۵۵۵$$

مکان۳ کمترین هزینه را دارد.

روش های طرح استقرار (جانمایی)

یکی از روشهایی که مبتنی بر سعی وخطا در صدد یافتن بهترین نحوه استقرار می باشد نمودار از - به می باشد. که مراحل استفاده ضمن ارایه یک مثال ارایه می گردد .

۱- بخشهایی که می بایست نسبت به یکدیگر مورد مطالعه قرار گیرند را تعیین می کنیم.

۲- تعداد ,حجم و مسافت طی شده از بخشهای فوق الذکر را تعیین کنید.

۳- بخش ها را به همان ترتیبی که بخشها در ستون عمودی به ترتیب یاداشت کنید

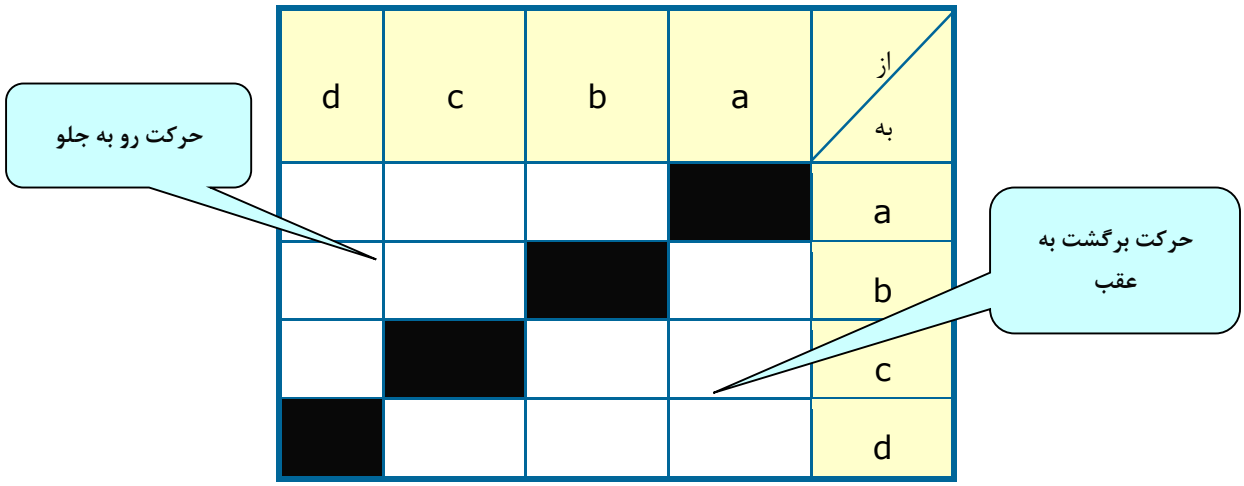
۴- در ستون افقی به همان ترتیبی که بخشها در ستون عمودی ذکر شده است یاداشت کنید.

۵- خانه های واقع شده بر قطر اصلی جدول را با علامت هاشور مشخص کنید .

۶- بر مبنای اطلاعات موجود تعداد , حجم و یا مسافت طی شده از هر یک از بخشها را به بخش دیگر بر روی جدول مشخص کنید.

۷- برای جدول از- به کلیه حرکات رو به جلو در بالای قطر قرار خواهد گرفت و کلیه حرکات برگشت به عقب در زیر قطر اصلی قرار می گیرد .

۸- در بهبود روشها با استفاده از جدول هدف یافتن مدلی است که در آن حداقل حرکات به طرف و یا بازگشت به وقوع بپیوندد.



مثال : کارخانه ای ۹ قطعه متفاوت تولید می کند بخش های موجود در این کارخانه برای تولیدات قطعات فوق الذکر عبارتند از :

A: بخش دریافت مواد　　b: بخش بازرسی　　c: بخش فرز کاری

D: بخش ماشینکاری　　e: بخش جوشکاری　　f: بخش سنگ زنی

G: بخش آبکاری　　H: بخش رنگ رزی　　i: بخش بسته بندی

محصولات	درصد حمل و نقل	والی عملیات
۱	۲۰	A-b-c-d-e-f-g-h-i
۲	۲۰	A-c-d-f-g-I
۳	۲۵	A-d-b-e-h-f-i
۴	۲۰	A-c-d-b-e-g-i
۵	۵	A-e-f-g-h-i
۶	۵	A-d-c-b-f-h-g-i
۷	۵	A-c-d-h-d-g-i

از / به	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a		۲۰	۴۵	۳۰	۵				
b			۲۰		۴۵	۵			
c		۵		۶۵					
d		۴۵	۵		۲۰	۲۰	۵	۵	
e						۲۵	۲۰	۲۵	
f							۴۵	۵	۲۵
g								۲۵	۵۰
h				۵		۲۵	۵		۲۵
i									

برگشت به عقب	رو به جلو
۱۵*۲=۳۰	۲۴۵*۱=۲۴۵
۷۰*۴=۲۸۰	۱۴۰*۲=۲۸۰
۵*۸=۴۰	۱۳۰*۳=۳۹۰
	۱۵*۴=۶۰

۳۵۰	۹۷۰

فصل هشتم:

کار سنجی زمان سنجی

عنصر زمان از عناصر مهم و اصلی در مبحث تولید و بهره وری است بدین گونه که نمی توان از عبور و ابطال آن جلوگیری کرد و جلوگیری از اتلاف زمان از مهمترین مسائل دنیای امروز می باشد.کارسنجی از تکنیک های مطالعه کار است که ثمربخشی سازمان را افزایش می دهد درواقع کارسنجی یعنی استفاده از روش هایی برای تغییر زمان کاری که بایستی توسط یک فرد در سطحی قابل قبول انجام پذیرد.

اصول کارسنجی

۱. در مبحث کارسنجی روش کار مورد بررسی قرار می گیرد.

۲. روشی به کارگرفته شده در کارسنجی باید قابل درک و به کارگیری باشد.

۳. استانداردهای کاری در کارسنجی نباید نه در سطح خیلی بالا و نه در سطح خیلی پایین تعیین گردد.

۴. هزینه های مربوط به کارسنجی باید به گونه ای باشد که در مقایسه با منافع در سطح پایین تری قرار گیرن و در این صورت است که می تواند پذیرفته و اجرا شود.

روشهای کارسنجی

در کارسنجی باید بر اساس نوع و ماهیت کار و همچنین ویژگی های موقعیت انجام کار از یک روش یا ترکیبی از چند روش استفاده کرد.بعضی از این روش های کارسنجی عبارتند از:

۱. روش استفاده و بهره وری از سوابق گذشته

۲. روش گزارش گیری

۳. روش نمونه گیری و نمونه برداری

۴. روش زمان سنجی

۵. روش عناصر از پیش تعیین شده

فوائد کارسنجی

- ✓ کمک به برنامه ریزی نیروی انسانی برای سازمان
- ✓ ایجاد امکان کنترل و ارزیابی کار کارکنان
- ✓ کاهش هزینه تولید و قیمت تمام شده کالا
- ✓ ارائه سرویس بهتر به مشتریان و ارباب رجوع
- ✓ بهبود روابط کار
- ✓ افزایش کارایی
- ✓ تسهیل زمانبندی عملیات و برنامه ریزی تولید
- ✓ تعیین زمان استاندارد برای انجام کارها
- ✓ کمک به برنامه ریزی جهت وسایل و تجهیزات مورد نیاز

زمان سنجی

زمان سنجی عبارت است از استفاده از تکنیک های مختلف برای تعیین زمان لازم برای یک فرد یا اپراتور واجد شرایط که باید کار معینی را در سطح کارایی مشخصی انجام دهد.ارزیابی کار و زمان یکی از قابل اعتمادترین روش هایی است که می توان با استفاده از آن عملکرد سازمانی ، تولید و ارزش افزوده را افزایش ، خدمات بهتری را ارائه و هزینه ها را کاهش داد.کاربرد کارسنجی بسیار گسترده می باشد و همه فرآیندها به جز فرآیندهای ذهنی پیچیده را دربرمی گیرد.

تکنیک‌های مختلف زمان سنجی :

- روش‌های مشاهده مستقیم
- روش‌های ترکیبی
- روش‌های تخمینی
- سیستم زمان سنجی ربات‌ها

اهداف زمان سنجی :

- ✓ تعیین هزینه نیروی انسانی درگیر در ساخت محصول
- ✓ تعیین تعداد کارگران تولیدی و غیر تولیدی مورد نیاز
- ✓ تعیین تعداد ماشین‌های تولیدی مورد نیاز
- ✓ تعیین حجم و مقدار تحویلی مواد به ایستگاه‌های کاری
- ✓ تعیین و برنامه‌ریزی زمانی کل تولیدات کارخانه
- ✓ تعیین اهداف تولیدی
- ✓ بررسی کارایی بخش‌ها و یا نیروی انسانی کارخانه
- ✓ پرداخت‌های مالی و حقوقی به افراد و تعیین سیستم‌های تشویقی و پرداخت حقوق بر اساس بهره‌وری
- ✓ مقایسه آلترناتیوهای مختلف انجام کار از نظر زمانی و انتخاب بهترین آن‌ها
- ✓ بالانس کردن خطوط مونتاژ، ساخت و فعالیت‌های اعضای یک گروه
- ✓ استفاده از زمان در نمودارهای آنالیز روش‌ها، روابط انسان و ماشین و سایر نمودارهای مهندسی

- ✓ طراحی خط تولید و ایستگاه‌های کاری قبل از نصب فیزیکی آن‌ها

روش های زمان سنجی:

الف) زمان سنجی به وسیله کرنومتر:

مثال: با توجه به اطلاعات جدول زیر در ۴ مورد مشاهده با در نظر گرفتن و تاخیرات مجاز ۲ دقیقه، زمان استاندارد چند دقیقه است؟

زمان سنجی	۱	۲	۳	۴
زمان مشاهده	۱۲	۱۱	۱۳	۱۴

حل:

$$\bar{t} = \frac{۱۲+۱۱+۱۳+۱۴}{۴} = ۱۲/۵$$

$$NT = ۱۲/۵ \times ۸ = ۱۰$$

$$ST = NT(۱+AF) = ۱۰+۲ = ۱۲$$

مثال: اگر نسبت بیکاری ۰/۲۵ ، صحت مطلوی ۰/۳ و سطح اطمینان موردنظر ۰/۹۵/۴۵ باشد. تعداد مشاهدات لازم جهت یک زمان سنجی چقدر خواهد بود؟

حل:

$$N = \frac{Z^۲ p(۱-p)}{d^۲} = \frac{۲^۲ \times ۰/۲۵ \times ۰/۷۵}{۰/۰۳^۲} = \frac{۰/۷۵}{۰/۰۰۹} = ۸۳۳$$

مثال: اگر تعداد تولید یک کارگاه ۱۰ واحد در ۱۸۰ دقیقه باشد، ضریب عملکرد وی ٪۱۲۰، نسبت کاری ٪۸۵ و زمان استاندارد برای تولید هر واحد ۲۰ دقیقه باشد مقدار اضافات مجاز چند دقیقه خواهد بود؟

حل:

$$NT = \frac{\left(\text{ضریب عملکرد}\right) \times \left(\text{درصد زمان کاری}\right) \times \left(\text{کل زمان مورد مطالعه}\right)}{\text{تعداد واحدهای تولید شده}}$$

$$NT = \frac{۱۸۰ \times ۸۵\% \times ۱۲۰\%}{۱۰} = ۱۸/۳۶$$

$$ST = ۲۰ \qquad \Rightarrow ۲۰ - ۱۸/۳۶ = ۱/۶۴AF$$

مثال: اگر تعداد تولید روزانه یک کارگاه، ۴۰۰ واحد، زمان تولید استاندارد تولید هر محصول ۲/۸ دقیقه باشد، شیفت کاری ۸ ساعت و کارایی ۸۰ درصد باشد تعداد نیروی انسانی لازم چقدر است؟

نکته: تعداد نیروی انسانی لازم را می توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$\text{تعداد نیروی انسانی مورد نیاز} = \frac{\text{زمان استاندارد تولید هر واحد} \times \text{تعداد تولید روزانه}}{\text{زمان در دسترس یک شیفت کاری}} \times \frac{1}{\text{کارایی}}$$

$$= \frac{۴۰۰ \times ۲/۸}{۸ \times ۶۰} \times \frac{۱}{۰/۸} = ۲/۹۲۰۳ \text{ نفر}$$

ب) روش نمونه گیری از کار:

مثال: برای زمان سنجی فعالیت ۵۰ مشاهده انجام داده ایم که به ترتیب x_1=۳ ، x_2=۴، x_3=۴ ، x_4=۴، x_5=۵ بوده است. مشاهدات لازم برای سطح اطمینان ۹۵ درصد و دقت ٪۵± چه تعداد است؟

حل:

$$n = \left(\frac{۴۰\sqrt{n\Sigma x_i^{۲} - (\Sigma x_i)^{۲}}}{\Sigma x_i} \right)^{۲}$$

$$\Sigma x_i = ۳ + ۴ + ۴ + ۵ = ۲۰$$

$$\Sigma x_i^{۲} = ۹ + ۱۶ + ۱۶ + ۲۵ = ۸۲$$

$$n = \left(\frac{۴۰\sqrt{(۵ \times ۸۲) - (۲۰)^{۲}}}{۲۰} \right) = ۴۰$$

الگوریتم زمان سنجی و محاسبات:

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

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

حل:

$$AACT_۱ = \frac{۹+۱۰+۹+۱۰+۹}{۵} = ۹/۴$$

$$AACT_۲ = \frac{۸+۷+۹+۷+۸}{۵} = ۷/۸$$

$$AACT_۳ = \frac{۶+۵+۶+۵+۶}{۵} = ۵/۶$$

$$N_{r۱} = ۹/۴ \times ۱/۲ = ۱۱/۲۸$$

$$N_{r۲} = ۷/۸ \times ۱/۱ = ۸/۵۸$$

$$N_{r۳} = ۵/۶ \times ۰/۹ = ۵/۰۴$$

$$N_T = \Sigma T_{Ni} = ۱۱/۲۸ + ۸/۵۸ + ۵/۰۴ = ۲۴/۹$$

$$S_r = \frac{۲۴/۹}{۱-۰/۱} = ۲۷/۶$$

نمونه گیری کار:

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

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

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

بنابراین ۸۳۳ مشاهده باید برداشته شود اگر درصد زمان بیکاری در حین مطالعه مشخص نشود و نزدیک به ۲۵٪ نباشد در آن صورت براساس این مشاهدات می توان زمان کار را مجدداً محاسبه کرد. نمونه گیری از کار برای تعیین استانداردهای کار به روشی شبیه آنچه هست که در زمان سنجی به کار می رود.

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

$$N_T = \frac{4800 \times 0/8 \times 1/00}{225} = 17/7$$

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