

فصل اول

اصول و مفاهیم برنامه ریزی و کنترل موجودی ها

- مقدمه
- هدف کنترل و تولید موجودی
- مراحل و فرآیند تولید
- اسناد یا گزارشات
- انواع سیستم های تولیدی
- انواع سیستم های استقرار
- نقطه سر به سر تولید

۱-۱ مقدمه

از مسئولیت‌های مهم و اساسی در واحدهای صنعتی، برنامه‌ریزی و کنترل موجودی‌ها است. فعالیت‌های متمرکز شده با عنوان کنترل موجودی‌ها همواره مورد توجه خاص مدیریت، بخش کنترل مواد، سفارشات و مهندسی صنایع است. سایر واحدهای صنعت نیز باتوجه به اهداف و وظایفی که به عهده دارند هریک به نوعی، سیاست‌های رایج و نحوه اعمال فعالیت‌های برنامه‌ریزی و کنترل موجودی‌ها را مورد توجه قرار داده و بنابر مصالح خود به نوعی سیاست و خطمشی برای اداره این فعالیت گرایش دارند. در این میان وظیفه مسئولین بخش کنترل تولید و موجودی‌ها، مهندسی صنایع، مدیریت مواد و سفارشات این است که با درنظر گرفتن اهداف و استراتژی‌های کل سازمان و ضمن توجه به مجموعه عوامل و شرایط حاکم بر سازمان روش‌ها و سیاست‌هایی را اتخاذ نموده و به اجرا درآورند که در اقتصاد کلی سازمان اثر مثبت داشته باشد.

فعالیت‌های برنامه‌ریزی و کنترل موجودی، همانگونه که از عنوان آن مشخص است به دو بخش "برنامه‌ریزی" و "کنترل" قابل تفکیک است. در بخش برنامه‌ریزی سیاست‌ها و شیوه‌های مناسب و اقتصادی تدوین می‌شود. بخش کنترل نقش اجراکننده و به کار گیرنده این روش‌ها و سیاست‌های تدوین شده را برعهده خواهد داشت. امور برنامه‌ریزی و کنترل موجودی باید در همکاری و تبادل نظر نزدیک با حسابداری صنعتی، بخش فروش و بازاریابی، امور تولید، بخش خرید و تدارکات و انبارها به بررسی شرایط و تدوین سیاست‌ها بپردازد. بنابراین، تولید اقتصادی و سودآور ایجاب می‌کند که برای کلیه مراحل آن برنامه‌ریزی جامع و دقیق صورت گرفته و رفتار واقعی با موقعیتی که در برنامه منظور شده، مقایسه و کنترل بموقع انجام شود. این کنترل‌ها کمک می‌کنند تا تصمیمات لازم برای تحت تاثیر قرار دادن سیستم‌های تولیدی گرفته شده، حداقل تاخیر در تامین سفارشات مشتریان را عاید نماید. چنانچه کار تولید در صنایع بدون برنامه و متعاقب آن کنترل انجام پذیرد، نه تنها بهره‌وری پایین آمده، بلکه هیچگونه ملاک و معیاری راجع به عملکرد بخش‌های مختلف وجود نداشته، ارتباطات داخل سازمان را دچار اختلاف نموده و مشتریان را ناراضی خواهد ساخت. با برنامه‌ریزی صحیح در امر تولید و موجودی‌ها و کنترل آن‌ها، قادر خواهیم بود از مواد، تجهیزات، نیروی انسانی و سایر منابع به نحو موثر و کارا بهره گرفته، محیطی خلاق، پویا و فعال برای کار و تلاش بوجود آوریم، ضمن آنکه خواهیم توانست رقابتی سازنده و روبه رشد را ایجاد نماییم. در این فصل پس از بیان تعاریف لازم، ساختار سیستم‌های کنترل موجودی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. پس از آن ضمن تعریف انواع سیستم‌های سیستم‌های تولیدی و استقرار، روش محاسبه نقطه سربه سر تولید مطرح می‌شود.

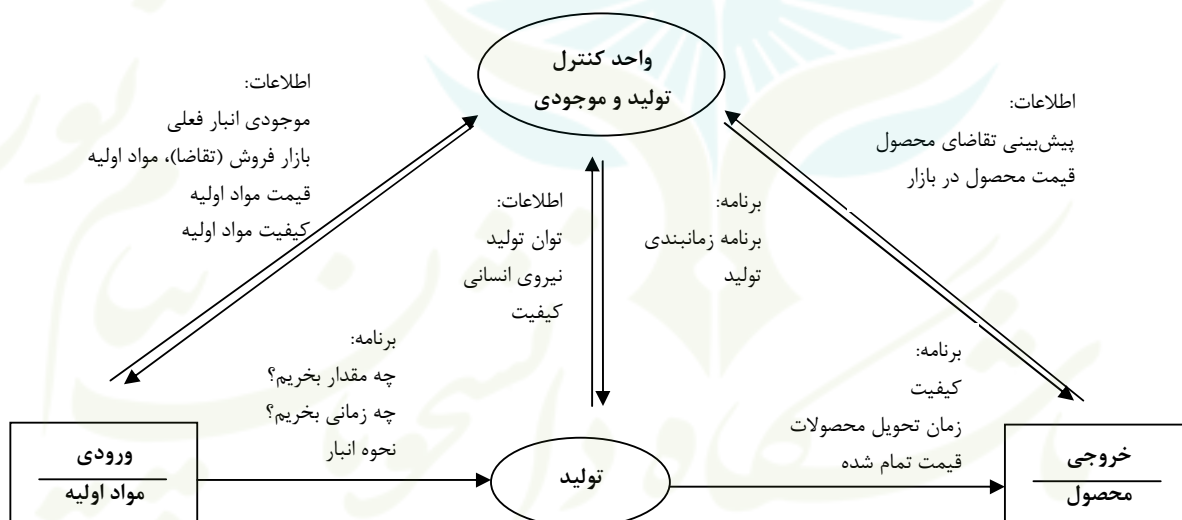
۱-۲ هدف کنترل و تولید موجودی

هدف از مباحث این درس، ارائه یک برنامه کلی برای کنترل جریان مواد از زمان ورود به یک واحد صنعتی تا هنگام خروج از آن است، با توجه به این که اهداف مؤسسه، یعنی حداکثر استفاده از مواد، تامین شود. بنابراین کنترل تولید وسایلی آماده می‌کند که در هر نقطه از زمان، مقدار تقاضای بازار برای محصول، موقعیت و سرمایه، مقدار نیروی انسانی و ظرفیت تولیدی کارخانه یا مؤسسه را درنظر می‌گیرد. کنترل تولید این عوامل را نه تنها در زمان حال بررسی می‌کند، که برای آینده هم پیش‌بینی می‌کند. وظایف و کارهای کنترل تولید را می‌توان به شرح زیر فهرست کرد:

۱. پیش‌بینی تقاضا برای محصول تولیدی و بیان آن برحسب زمان (به صورت تابعی از زمان).
۲. بررسی و دنبال کردن تقاضای واقعی و مقایسه آن با تقاضای پیش‌بینی شده و تنظیم پیش‌بینی.
۳. مشخص کردن اندازه تولید اقتصادی (یا مقدار سفارش اقتصادی) برای خرید مواد اولیه.
۴. تعیین احتیاجات تولیدی و تهیه برنامه کلی تولید.
۵. تعیین سطح موجودی در مقطع خاصی از زمان (این فواصل زمانی برحسب شرایط موجود مشخص می‌گردد).
۶. تعیین جزئیات برنامه تولید.
۷. تعدیل و تنظیم برنامه‌ریزی تولید براساس تولید واقعی.
۸. حمل و نقل و توزیع بهتر محصول و کاربرد برنامه‌ریزی خطی.

۱-۳ مراحل و فرایند تولید

با بیان کار یک موسسه تولیدی می‌خواهیم ببینیم که کنترل تولید چه ارتباطی با آن دارد. اصولاً در یک موسسه تولیدی، یک مقدار مواد اولیه داریم که پس از یکسری عملیات فیزیکی به محصول خروجی تبدیل می‌شود.



شکل ۱-۱ رابطه واحد کنترل تولید و موجودی با ورودی و خروجی‌ها (جریان اطلاعات)

به عنوان مثال، فرض کنید شرکتی می‌خواهد سیمان تولید کند. ابتدا باید مقدار فروش مشخص شود. فرضاً ۱۲۰۰ تن فروش دارد. سپس باید تعیین شود که چقدر شن و ماسه بخرد (خرید اقتصادی) و اینکه یکبار، دوبار، شش بار، ... با چه وسیله‌ای آن را بیاورد: ترن، کامیون یا وسایل دیگر؟ برای مقابله با تغییرات و نوسات تقاضا، مقدار حداقل موجودی چقدر باشد؟ باید وسعت انبار معلوم شود. آیا انبار اجاره شود یا شرکت خود آنرا بسازد؟ آیا تقاضای تمام مشتریان برآورده شود یا اینکه درصدی از آنها؟ مقدار کار دو شیفت باشد یا سه شیفت، ... ظرفیت خوب است یا نه؟ آیا ظرفیت ثابت بماند یا تغییر داده شود؟

کارهایی که در یک موسسه انجام می‌شود به قرار زیر است:

الف - گروه ساخت

۱. دریافت: مسئولیت دارد که مواد خام را دریافت نموده و وارد کارخانه نماید. یعنی مواد را از وسیله نقلیه دریافت نموده و آن را تحویل قسمت بازرسی می‌دهد تا ارزیابی شود. در این بخش، کیفیت مواد بجز لطماتی که در نتیجه بارگیری به وجود آمده است، مورد بررسی قرار نمی‌گیرد.
 ۲. انبار کردن: مسئولیت دارد که مواد خام را تا هنگامیکه برای تولید مورد نیاز باشد، انبار نماید. همچنین در قسمت کالای ساخته شده، مسئولیت انبار کالا را تا زمانیکه برای تحویل به مشتری به قسمت بارگیری تحویل داده شود، به عهده دارد.
 ۳. حمل و نقل: مسئولیت حمل تمامی انواع مواد را در داخل کارخانه و گاهی در خارج کارخانه به عهده دارد.
 ۴. تولید: در این بخش مواد خام به محصول تمام شده قابل قبول اقتصادی تبدیل می‌شوند.
 ۵. بارگیری و ارسال محصول برای مشتری: در این بخش، محصول نهایی بسته‌بندی و به مشتری تحویل داده می‌شود.
- بنابراین، به طور خلاصه می‌توان گفت که وظایف ساخت عبارتند از حمل و نقل و تبدیل مواد خام به محصولات نهایی و تکمیل شده.

ب - گروه مهندسی

- وظایف این گروه شامل آن جنبه‌هایی است که با عملیات ساخت ارتباط پیدا می‌کند. این وظایف عبارتند از:
۱. طرح محصول: وظیفه طراحی ظاهری محصول جدید را برعهده دارد. همچنین تغییرات عمده برای محصولات موجود را کنترل می‌نماید تا با محصول دیگر رقابت نماید.
 ۲. طرح روش یا جریان کار: مسئولیت دارد که روش‌ها و فرآیندهای موثری را که در قسمت طرح محصول برای ساخت محصولات توسعه داده شده‌اند را مورد مطالعه قرار داده و روش‌های جدید و مناسبی را ارائه نماید.
 ۳. طرح وسایل: وسایل مورد نیاز جهت ساخت محصول را تعیین می‌نماید.
 ۴. مهندسی کارخانه: بررسی موقعیت فیزیکی تجهیزات و ماشین‌آلات و نیز طرح و نصب قسمت‌های کارخانه. به عنوان مثال: ماشین در کجا قرار داده شود؟ نور و حرارت چقدر باشد؟ و ...
 ۵. تخمین هزینه: هزینه‌های مربوط به ساخت محصول را مورد توجه قرار می‌دهد تا قیمت تمام شده محصول تعیین گردد.
 ۶. مهندسی متدها و روش‌ها: مسئولیت استاندارد نمودن وظایف و کارها را به عهده دارد.

ج - گروه کنترل

۱. کنترل تولید: مسئولیت تثبیت نمودن پیش‌بینی تقاضا، برنامه‌ریزی تولید، تعیین جزئیات برنامه تولید، تعیین سطح موجودی‌ها، اندازه انباشته اقتصادی (خرید یا تولید) و توزیع محصول را به عهده دارد.

۲. کنترل کیفیت: مسئولیت دارد جهت کیفیت، مواد خام، مواد در جریان و کالاهای ساخته شده، کنترل لازم را به عمل آورد. در این بخش کیفیت محصولات ساخته شده با مشخصاتی که محصول باید داشته باشد تطبیق داده می‌شود.
۳. کنترل هزینه: در این بخش هزینه ساخت محصول تعیین و نیز با مقادیری که در بودجه تخصیص داده شده است، مقایسه می‌شود. همچنین باید هزینه‌های تمامی عملیات داخل شرکت را تعیین نموده و گزارش دهد.
۴. کنترل روش‌ها: تنظیم نمودن کلیه فرم‌ها و اسناد و نیز استاندارد نمودن روش‌های عملی مورد استفاده در تمامی مراحل طراحی، ساخت محصول، انبار محصول و تحویل به مشتری.
۵. بازرسی: مواد خام، کالاهای در جریان ساخت، و محصولات ساخته شده را بررسی نموده و نتایج را به گروه ساخت، مهندسی، کنترل و پشتیبانی گزارش می‌دهد. همچنین این قدرت را دارد که از پذیرفتن مواد خام نامناسب جلوگیری نماید. از انجام کارهای بیشتری بر روی کالای در جریان ساخت ممانعت به عمل آورد و نیز اجازه ندهد کالاهای ساخته شده برای مشتری ارسال شود. گاهی اوقات وظایف بازرسی و کنترل کیفیت در یکدیگر ادغام می‌شوند.

د- گروه پشتیبانی

کار این گروه این است که فعالیت‌هایی را که قبلاً ذکر شد، یعنی فعالیت‌هایی که منجر به تولید محصول قابل پذیرش یا محصول قابل فروش می‌شوند، پشتیبانی نماید. گروه پشتیبانی از قسمت‌های مختلفی تشکیل می‌شود:

۱. قسمت خرید: قسمت خرید باید مواد لازم را با کیفیت مناسب در بهترین شرایط از لحاظ قیمت خریداری نماید و تضمین نماید که طبق برنامه زمانبندی شده، مواد مورد نیاز دریافت خواهد شد.
۲. قسمت فروش: این قسمت مسئولیت فروش محصولات، تعیین سفارشات محصول و انجام بازاریابی را به عهده دارد.
۳. قسمت تعمیرات: مسئولیت نگهداری ماشین‌آلات، تجهیزات و ملزومات شرکت را به عهده دارد. همچنین وظیفه دارد که تجهیزات و ملزومات جدید را نصب و تجهیزات مورد نیاز را تعمیر نماید.
۴. کارگزینی: مسئولیت استخدام و آموزش افراد و در مواقعی اخراج کارکنان را به عهده دارد. باید ملاحظه و بررسی کند که مهارت‌های صحیح و شایسته به تعداد لازم در مقاطع زمانی معین در دسترس باشند.

این وظایف، تمامی وظایف یک موسسه تولیدی را در بر نمی‌گیرند و ممکن است در بعضی از شرکت‌ها تحت عناوین مختلفی ظاهر شوند و شرح شغل‌های دیگری داشته باشند.

۴-۱ اسناد یا گزارشات

اسناد و گزارشات مورد توجه به قرار زیر هستند:

۱. پیش‌بینی فروش: یعنی تخمینی از حجم فروش برای زمان‌های آینده.
۲. برنامه تولید: یک برنامه طولانی مدت بوده و معمولاً برای توسعه و معرفی محصولات جدید است.

۳. طرح تولید: در اینجا طرح معمولاً برای محصولات خاصی است و کنترل تولید را برای دوره زمانی متوسطی به عهده دارد. در این حال معمولاً در یک فاصله زمانی برنامه مورد تجدید نظر قرار می‌گیرد تا بدین ترتیب مقادیر پیش‌بینی تصحیح شود یا ضعف‌های نیل به تولید موردنظر مرتفع، و یا اینکه مقادیر موجودی تعدیل و تنظیم شود.
۴. تعیین جزئیات برنامه تولید: عبارتست از گسترش طرح تولید برای کنترل نمودن تولید محصولات و اجزای آنها که معمولاً برای دوره کوتاه‌مدتی از زمان است.
۵. ترکیب کار: به بخش تولید امکان می‌دهد که وظیفه معینی را اجرا نماید. بیان‌کننده این موضوع است که چه کاری در چه زمانی باید انجام گیرد.
۶. گزارش تکمیل: گزارشی از سوی ناظر یا سرپرست کار در مورد تکمیل فرآیندهای کاری.
۷. ثبت موجودی: ثبت شمارش اقسام و محصولات، قطعات مونتاژ شده، ملزومات موجود در انبار و قطعات نیمه‌ساخته و در حال ساخت.
۸. تشریح محصول: شرح فیزیکی و سایر مشخصات محصول، مانند توضیحات مندرج در کاتالوگ محصول.
۹. ترسیمات و نقشه‌های محصول: تمام محصولات و قطعاتی را که در ساخت یا مونتاژ محصولات بکار می‌روند، بطور کامل تعریف می‌نماید، مانند لیست قطعات و نقشه‌های انفجاری محصول.
۱۰. مشخصات محصول: بیان‌کننده کارایی محصول. گاهی ممکن است آزمایش‌های مورد لزوم برای تعیین قابلیت پذیرش محصول را تشریح نماید.
۱۱. تشریح جریان کار: روش مفصل و جزئی انجام کار را که در ساخت محصول و قطعات مولفه آن به کار می‌رود، تشریح می‌کند.
۱۲. تخمین هزینه: یک تخمین رسمی از هزینه‌های ساخت، تحت یک برنامه زمانبندی شده مشخص.
۱۳. استاندارد شغل‌ها: تعیین زمان استاندارد لازم برای انجام یک شغل مشخص تحت شرایط عادی و نرمال.
۱۴. سفارش فروش: از محصول فروش رفته و شرایط فروش گزارش رسمی ارائه می‌دهد و با استفاده از آن در فواصل زمانی ساخت اطلاعات لازم برای کنترل تولید تهیه می‌شود تا باتوجه به پتانسیل فروش محصول در آینده و اطلاعات فروش گذشته، بطور مطمئن ساخت محصول ادامه یابد.
۱۵. احتیاجات خرید: از قسمت کنترل تولید، برای خرید تقاضا به عمل می‌آید تا اجناس خاصی برطبق یک برنامه زمانی ارائه شده، تهیه شوند.
۱۶. سفارش خرید: بستن قرارداد با یک موسسه عرضه‌کننده برای تهیه اجناسی که دارای قیمت مشخص از جانب این موسسه بوده و تحت یک برنامه زمانی تثبیت شده‌ای تحویل می‌گردند.
۱۷. گزارش دریافت: گزارشی از مواد دریافت شده و بررسی کیفیت ظاهری که در سفارش خرید ذکر شده است. در این گزارش قابل قبول بودن یا نبودن کیفیت مواد مورد بررسی قرار نمی‌گیرد.
۱۸. گزارش بازرسی دریافت مواد: این گزارش شامل نتیجه بازرسی مواد دریافت شده می‌باشد، پس از آنکه مواد در بازرسی مطابق با مشخصات لازم بودند.
۱۹. گزارش بازرسی مواد در جریان: شامل بازرسی‌های انجام شده بر روی محصول در حین ساخت می‌باشد.

۲۰. گزارش بازررسی نهایی: گزارشی شامل بازررسی‌های انجام شده بر روی محصول ساخته شده قبل از تحویل.

۲۱. گزارش بسته‌بندی و ارسال محصول: گزارشی است از مقدار مواد حمل شده در برابر سفارش فروش که شامل تاریخ و فردی که محموله برایش ارسال می‌شود، می‌باشد.
باید تذکر داد که اسناد فی‌نفسه دارای هیچ‌گونه ارزشی نیستند مگر اینکه به وظایف موسسه در رسیدن به هدف‌هایشان کمک کنند. اطلاعاتی که در جدول ۱-۲ آمده است، رابطه داخلی میان وظایف و اسناد را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲ رابطه داخلی میان وظایف و اسناد

سایر وظایف پشتیبانی	فروش	خرید	بازرسی	کنترل هزینه	کنترل کیفیت	تولید	مهندسی	ساخت	
	O					U	I	I	پیش‌بینی فروش
	I	I				O	U	U	برنامه تولید
I	I	I		U	U	O	I	U	طرح تولید
	I	I	U	U	U	O	I	U	تعیین جزئیات برنامه تولید
			I	U	I	O		U	ترتیب کار
			I	U	I	U		O	گزارش تکمیل
	U					O			ثبت موجودی
	U					I	O		تشریح محصول
	U	U	U		U	U	O	U	ترسیمات و نقشه‌های محصول
			U		U	I	O	U	مشخصات محصول
			U		U	U	O	U	تشریح جریان کار
	U			U		I	O	I	تخمین هزینه
				U		U	O	U	استاندارد شغل
	O			U		U			سفارش فروش
		U				O			احتیاجات خرید
		O	U	U	U	U		U	سفارش خرید
		U	I	U		U		O	گزارش دریافت
		U	O	U	U	U	I	I	گزارش بازررسی دریافت مواد
			O	U	U	U	I	U	گزارش بازررسی مواد در جریان
	U		O	U	U	U	I	U	گزارش بازررسی نهایی
	U			U		U		O	گزارش بسته‌بندی و ارسال محصول

I: برای اهداف اطلاعاتی، U: برای استفاده از اطلاعات، O: صادره از

۵-۱ انواع سیستم‌های تولیدی

ازجمله تصمیم‌گیری‌های استراتژیک که لازم است در طراحی کارخانه یا سازمان خدماتی موردنظر قرار گیرد، انتخاب نوع فرآیند برای تولید محصول یا ارائه خدمات می‌باشد. انتخاب نوع فرآیند تولید بر یک مجموعه شش‌گانه عوامل یا مشخصه‌های تولیدی تاثیرگذار بوده و یا تحت تاثیر بعضی از آنها قرار می‌گیرد. این عوامل عبارتند از:

۱. حجم (مقدار) تولید یک محصول خاص،
 ۲. میزان دخالت‌دهی نظریات مشتری در طرح و خصوصیات محصول^۱،
 ۳. سطح تنوع محصولات کارخانه،
 ۴. نیاز به کارکرد پیوسته کارخانه به صورت ۲۴ ساعته در کل روزهای سال یا امکان انقطاع عملیات تولید (مثلاً کارکرد یک یا دو نوبت ۸ ساعته در روز و تعطیل در روزهای آخر هفته)،
 ۵. نسبت هزینه ماشین‌آلات به هزینه‌های نیروی انسانی برای تولید محصول^۲،
 ۶. میزان انعطاف‌پذیری^۳ ماشین‌آلات و مهارت‌های انسانی برای تولید محصولات متنوع.
- در یک طبقه‌بندی کلاسیک، فرآیندهای تولید را می‌توان به پنج دسته تقسیم‌بندی نمود. لازم به ذکر است که خطوط شفاف و کاملاً تعریف شده‌ای برای متمایز نمودن این فرآیندها قابل ارائه نمی‌باشد. این مجموعه فرآیندها در کنار هم تشکیل طیف پیوسته‌ای می‌دهند و هر سیستم تولیدی بنا به ترکیبی که از مجموعه عوامل و مشخصه‌های شش‌گانه بالا دارد به یکی از این انواع فرآیندها نزدیک‌تر خواهد بود. انواع فرآیندها عبارتند از:

- ۱- پروژه‌ای^۴
- ۲- سفارشی^۵
- ۳- دسته‌ای^۶
- ۴- انبوهی^۷
- ۵- پیوسته^۸

در شکل ۱-۲ فرآیندها نشان داده شده‌اند. نقش عوامل شش‌گانه بیان شده با توجه به نوع فرآیند بر روی محورهای افقی و عمودی قابل ارزیابی می‌باشد.

۵-۱-۱ فرآیندهای پروژه‌ای

ساخت یک مدرسه، دانشگاه، اجرا یک طرح راه آهن شهری، مطالعه و تحقیق بر روی یک موضوع خاص یا بررسی حساب‌های مالی یک شرکت، مثال‌هایی از انواع پروژه‌ها هستند که توسط سازمان‌ها اجرا می‌شوند. روش‌های اجرایی یا فرآیندهای پروژه‌ای حداکثر میزان دخالت مشتری (کارفرما) را در کاری که اجرا می‌شود درنظر می‌گیرند. درحقیقت در اغلب موارد، طرح موردنظر توسط مشتری ارائه می‌شود و

¹. Degree of Customization

². Capital Intensity Ratio

³. Flexibility

⁴. Project Processes

⁵. Job (Mark to order) Processes

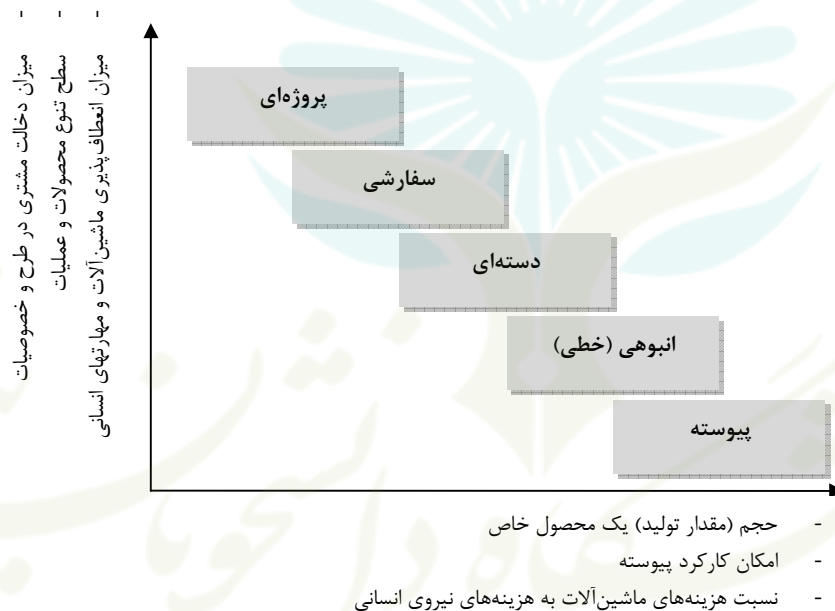
⁶. Batch Processes

⁷. Mass (Line) Processes

⁸. Continues Processes

سازمان اجرایی کار تولید یا ساخت را براساس طرح ارائه شده توسط مشتری انجام می‌دهد. در فرآیندهای پروژه‌ای:

- سازمان‌های اجرا کننده پروژه‌ها تنوع و انعطاف‌پذیری زیادی را در کارهایی که انجام می‌دهند دارند.
- پروژه‌ها در محل‌های مختلف و تحت شرایط مختلف و متنوعی انجام می‌گیرند و سازمان اجرا کننده باید آمادگی انعطاف و تطبیق با شرایط گوناگون را داشته باشد.
- هر طرح یا پروژه فقط یکبار اجرا می‌شود، بنابراین حجم تولید یک محصول خاص حداقل است.
- امکان انقطاع کار در حد زیاد وجود دارد و معمولاً بین پایان یک پروژه تا آغاز یک پروژه دیگر زمان بیکاری بوجود می‌آید.
- بنا به خصوصیات و شرایط هر پروژه یک ساختار خاص نیروی انسانی و سازمانی تشکیل شده و پس از پایان پروژه، اعضاء سازمان به نحو دیگری در پروژه‌های بعدی گمارده می‌شوند.



شکل ۲-۱ انواع فرآیندهای تولید در مقابل عوامل و مشخصه‌های تولیدی

۲-۵-۱ فرآیندهای سفارشی

کارخانجات سازنده کشتی‌های بزرگ و کارخانجات ماشین‌سازی نمونه‌های مشخصی از سازمان‌هایی هستند که سیستم تولید سفارشی دارند. در این کارخانجات، سفارشات ساخت یک ماشین یا یک مجموعه از ماشین‌آلات یا مقداری قطعات یدکی از سوی مشتری به کارخانه می‌رسد و کارخانه با در نظر گرفتن خواسته‌ها و استانداردهای تنظیم شده برای کارخانه، به ساخت محصولات سفارش شده می‌پردازد. در این نوع صنایع:

- انقطاع عملیات تولید (مثلاً کار در یک نوبت روز) به راحتی امکان‌پذیر است.
- حجم تولید یک محصول خاص نسبتاً کم.

- تنوع محصولات تولیدی توسط کارخانه زیاد است.

۳-۵-۱ فرآیندهای دسته‌ای

در فرآیندهای دسته‌ای، هر چند مدت یکبار بر روی ماشین‌آلات، یک محصول خاص به مقدار نسبتاً زیاد تولید شده و پس از آن تولید متوقف می‌شود تا ماشین‌آلات برای تولید محصول دیگری آماده شوند. کارخانجات تولید محصولات دارویی نمونه مشخصی از سیستم‌های دارای فرآیند دسته‌ای هستند. در این کارخانجات در فواصل زمانی مشخص یک مقدار از یک نوع دارو، مثلاً آنتی‌بیوتیک تولید شده و پس از آن ماشین‌آلات برای تولید مقدار معینی از یک محصول دیگر، نظیر یک نوع قرص ویتامین آماده و تنظیم می‌شوند.

در این نوع فرآیند:

- طرح و مشخصات محصولات عمده‌تاً توسط کارخانه تعیین می‌شود ولی تا حدودی نظریات مشتریان در طرح و مشخصات دخالت داده می‌شود.
- انقطاع تولید امکان‌پذیر و عملی است.

۴-۵-۱ فرآیندهای انبوهی (خطی)

کارخانجات تولید خودرو و لوازم خانگی نمونه‌هایی از صنایع دارای فرآیند انبوهی یا خطی هستند. در ادبیات تولید از آن نظر اصطلاح "خطی" به این کارخانجات اطلاق می‌شود که هر خط تولید به تولید یک محصول خاص در حجم زیاد اختصاص دارد.

- در این صنایع انقطاع تولید از نظر فنی مشکل‌ساز نخواهد بود، ولی باتوجه به سرمایه‌گذاری بالای کارخانه، و بالا بودن نسبت هزینه‌های ماشین‌آلات به هزینه‌های نیروی انسانی، از دیدگاه اقتصادی مقرون به صرفه است که اینگونه صنایع به صورت نسبتاً پیوسته کار کنند.
- در این صنایع، با توجه به بالا بودن حجم هر محصول (برخورداری از اقتصاد تولید انبوهی)، هزینه تولید واحد محصول در مقایسه با سیستم‌های قبلی پایین‌تر خواهد بود.
- محصولات این کارخانجات از استانداردهای تعیین شده‌ای برخوردار هستند و میزان دخالت‌دهی نظریات مشتریان در مشخصات محصول در این صنایع بسیار محدود می‌باشد.

۵-۵-۱ فرآیندهای پیوسته

در این صنایع خصوصیت پیوستگی در دو عامل مختلف وجود دارد. این دو عامل عبارتند از:

۱. پیوستگی در جریان تولید،
۲. پیوستگی در زمان تولید.

در این نوع صنایع:

- حجم محصولات نیمه تمام بین ماشین‌آلات بسیار کم است.
- تعداد (تنوع) محصولات این صنایع محدود و حجم تولید هر محصول بسیار زیاد است.
- خواسته‌های مشتری تقریباً در مشخصات محصول منظور نمی‌شود و مشتری اجبار به قبول محصول با مشخصات تعیین شده توسط کارخانه دارد.

- پیوستگی در زمان تولید در این نوع صنایع الزامی است و عملاً هر بار توقف تولید مستلزم برنامه-ریزی، هزینه و نیروی انسانی بالا برای راهاندازی مجدد می‌باشد.
 - این نوع کارخانجات معمولاً ۲۴ ساعته و در تمام روزهای سال عملیات تولیدی را ادامه می‌دهند.
- کارخانجات پتروشیمی، تولید فلزات، و صنایع شیمیایی بزرگ، همچنین نیروگاه‌های تولید انرژی الکتریکی نمونه‌هایی از صنایع تولید پیوسته هستند.

۶-۱ انواع سیستم‌های استقرار

در این قسمت نحوه قرار گرفتن و ارتباط بین ماشین‌آلات و تجهیزات در داخل کارگاه را مورد بحث قرار می‌دهیم. از نظر نحوه قرار گرفتن ماشین‌آلات و تجهیزات در داخل کارگاه می‌توان شیوه‌های استقرار کارخانجات را به سه گروه اصلی تقسیم نمود:

- ۱- استقرار محصولی^۱
- ۲- استقرار عملکردی^۲
- ۳- استقرار متحرک (غیر ثابت)^۳

۶-۱-۱ استقرار محصولی یا خط تولیدی (Flow shop)

در این نوع استقرار، ماشین‌آلات براساس ترتیب عملیاتی که لازم است از زمان ورود مواد اولیه تا زمان ساخته شدن فرآورده نهایی روی کالا انجام شود در کارگاه قرار می‌گیرند (شکل ۳-۱ نشان‌دهنده یک سیستم استقرار محصولی است). به عنوان مثال در یک حالت ساده شده ممکن است برای تولید محصول بخصوصی که به طور دائم در حجم زیاد در کارگاه تولید می‌شود اول یک سری عملیات ریخته‌گری و پس از آن تراشکاری-سمباده‌کاری-پولیش‌کاری-رنگ و مونتاژ لازم باشد. در این کارخانه در صورتیکه بخواهند استقرار ماشین‌آلات به صورت محصولی باشد یعنی در مسیر حرکت محصول باشد، در مرحله اول کوره ذوب و قالب‌های ریخته‌گری و پس از آن به ترتیب ماشین‌های فرز، مته، سمباده‌زنی، پولیش و رنگ‌زنی و در قسمت آخر کارگاه، ماشین‌آلات خط مونتاژ را نصب می‌کنند. مثال‌های دیگر این نوع استقرار کارخانجات شیمیایی و پالایشگاه‌ها هستند که ماشین‌آلات و تجهیزات براساس ترتیب عملیات شیمیایی که لازم است روی محصول انجام گیرد استقرار یافته‌اند.

در این نوع استقرار امکان ساخت تعداد متنوعی از محصولات کم است ولی در مقابل هزینه و فعالیت لازم جهت نقل و انتقال کالا حداقل خواهد بود.

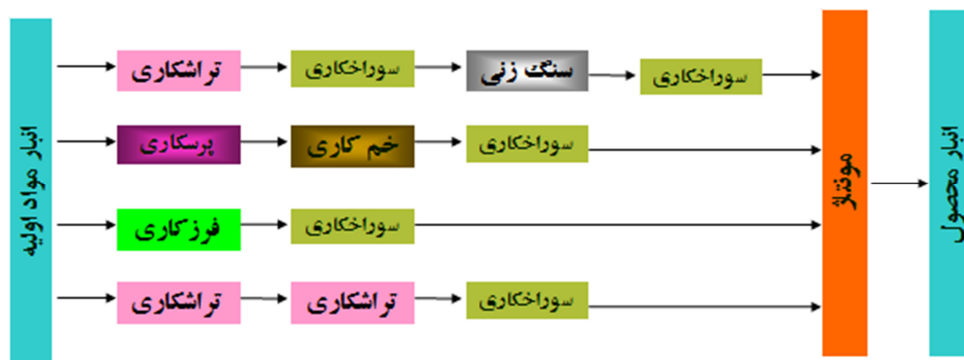
بنابراین:

- در استقرار محصولی زمان تولید کمتر، هزینه حمل و نقل کمتر، موجودی در جریان ساخت کمتر، و به فضای مورد نیاز کمتری به نسبت هر واحد تولید دارد.
- بازرسی و کنترل‌ها برای کیفیت و برنامه‌ریزی تولید ساده‌تر است.
- حمل‌ها به صورت یکجا و انباشته انجام می‌شود که می‌تواند مکانیزه یا دستی باشد.
- انگیزش جمعی برای افزایش تولید وجود دارد.

^۱ . Product Layout

^۲ . Process Layout

^۳ . Fixed Layout (در شرایطی که ما از استقرار ماشین‌آلات صحبت می‌کنیم و ماشین‌آلات متحرک هستند، انتخاب واژه ثابت صحیح به نظر نمی‌رسد)



شکل ۱-۳ استقرار محصولی

۲-۶-۱ استقرار عملکردی یا کارگاهی (Job shop)

مشخصه این نوع استقرار آن است که ماشین‌آلات مخصوص انجام هر نوع عملیات در یک جا جمع شده‌اند. به عنوان مثال کلیه ماشین‌آلات مربوط به تراشکاری در یک ناحیه، ماشین‌آلات مربوط به جوشکاری در یک محل و ماشین‌آلات مربوط به مونتاژ در محل دیگری متمرکز شده‌اند. در این نوع استقرار هر محصول را بنا به ترتیب عملیاتی که باید روی آن انجام شود، به قسمت مخصوص انجام آن عمل انتقال می‌دهند. به عبارت دیگر، در این سیستم حرکت محصول در یک مسیر ثابت و همیشگی نبوده و براساس نوع محصول و عملیات لازم جهت ساخت هر محصول، مسیر مخصوص به خود را طی خواهد کرد. شکل ۴-۱ یک سیستم استقرار کارگاهی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴ استقرار کارگاهی

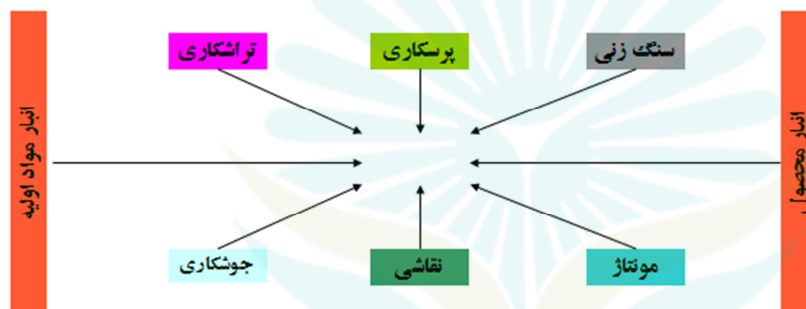
در استقرار کارگاهی:

- ماشین‌آلات کمتر و عمومی‌تر می‌باشند.
- زمان در جریان ساخت بیشتر، موجودی در جریان ساخت بیشتر و قابلیت انعطاف بالاتری دارد.
- سرپرستی کارگاه‌ها ساده‌تر است.
- بازرسی‌ها زیاده‌تر و پیچیده‌تر است و به کنترل دقیق‌تری نیاز دارد.
- آماده‌سازی‌ها زیاده‌تر و طولانی‌تر است و خرابی یک ماشین وقفه کمتری در تولید ایجاد می‌کند.
- حمل‌ها به صورت غیر یکنواخت و موردی است و انگیزش فردی برای افزایش تولید وجود دارد.

- این نوع استقرار در سیستم‌های تولید سفارشی و تا حدودی در سیستم‌های تولید دسته‌ای مناسب و معمول است.

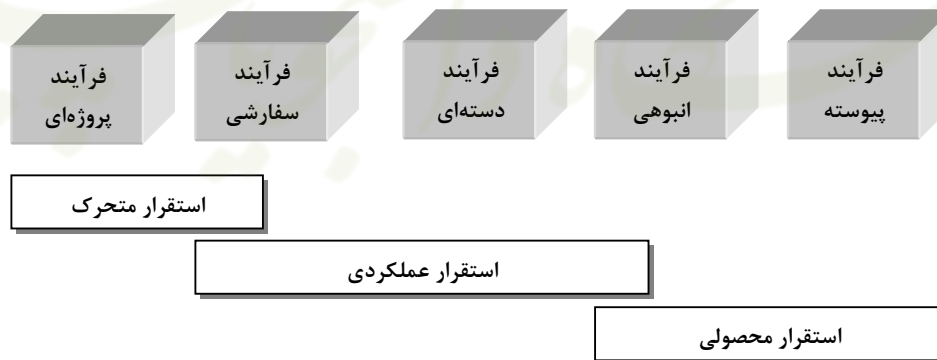
۳-۱-۶ استقرار متحرک (غیر ثابت)

در موارد محدودی، به جای اینکه ماشین‌آلات در محل ثابتی نصب شوند و محصول از یک ماشین به ماشین دیگر حرکت کند، محصول در محل ثابتی قرار گرفته و ماشین‌آلات برحسب لزوم به محل تولید محصول حمل می‌شوند. نمونه مشخص این نوع استقرار کارخانجات کشتی‌سازی هستند که در آن بدنه کشتی در محل ثابتی مستقر است و ماشین‌آلات به محل استقرار کشتی حمل می‌شوند. پروژه‌های ساختمانی نیز همین حالت را دارند. محل ساختمان ثابت بوده ولی ماشین‌آلات ساختمانی به محل ساختمان حمل می‌شوند. شکل ۵-۱ یک استقرار متحرک را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱ استقرار متحرک

شکل ۶-۱ انواع فرآیندهای تولیدی و انواع استقرارهایی را نشان می‌دهد که جهت هر فرآیند تولیدی مناسب و معمول است.



شکل ۶-۱ استقرارهای مناسب و معمول برای انواع فرآیندها

۴-۱-۶ سیستم‌های استقرار پیشرفته

مطالعات وسیعی در خصوص انواع استقرارهای مناسب برای فرآیندهای تولیدی به عمل آمده است. نتیجه این مطالعات دستیابی به سیستم‌های استقرار جدیدی است که یا آمیخته‌ای از انواع

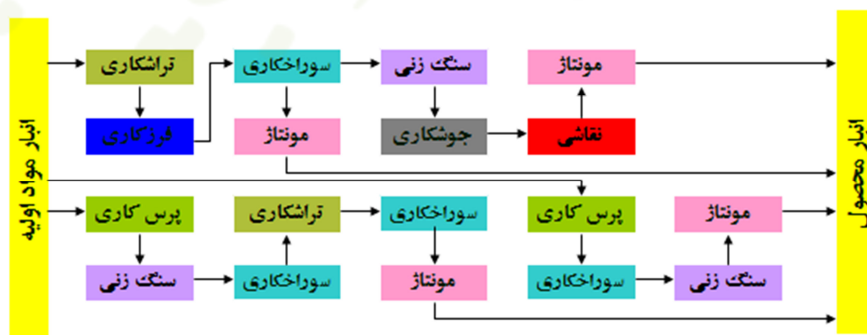
استقرارهای اصلی می‌باشند و یا در درون آن‌ها کامپیوترها حرکات ماشین‌ها و مواد را کنترل می‌نمایند. در اینجا دو نوع سیستم استقرار زیر را معرفی می‌نماییم:

۱. سیستم‌های انعطاف‌پذیر^۱ (FMS)

۲. سلول‌های ساخت^۲ (شامل تکنولوژی گروهی^۳ و سلول‌های یک کارگری و چندماشینی^۴)

سیستم‌های انعطاف‌پذیر عبارت از یک یا چند سلول (یا محفظه یا سالن کوچک) تولید می‌باشند که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و در هر یک از این سلول‌ها یا ایستگاه‌های کار یک مجموعه خاص از قطعات قابل تولید است. ماشین‌های یک سیستم FMS توسط یک کامپیوتر مرکزی کنترل می‌شوند. به این مفهوم که حرکت قطعات بین ماشین‌ها، سوار کردن قطعه بر روی ماشین، سوار کردن ابزار لازم بر روی ماشین، عمل تولید توسط ماشین و پیاده‌سازی قطعه از ماشین همگی تحت کنترل یک سیستم مرکزی کامپیوتری است و نیروی انسانی در عملیات تولیدی در سیستم انعطاف‌پذیر نقش و دخالت بسیاری محدودی دارد. ماشین‌ها به نحوی طراحی شده‌اند که دارای انعطاف‌پذیری لازم برای پذیرش انواع قطعات و انواع عملیات ماشینکاری هستند و زمان مصرفی برای تعویض قطعه و تنظیم ماشین برای کار روی قطعه جدید (که به صورت خودکار انجام می‌شود) بسیار کوتاه است.

در سیستم‌های GT یا تکنولوژی گروهی، برای هر یک از سلول‌های ساخت یک سری قطعات که دارای نوعی اشتراک خصوصیت هستند تعیین می‌شود. اشتراک خصوصیت می‌تواند در شکل قطعه، اندازه قطعه، نوع عملیات ماشینکاری و ساخت و نظیر اینها باشد. این روش از مزایای استقرار محصولی و استقرار کارگاهی استفاده می‌کند. هر مجموعه از قطعات که دارای نوعی اشتراک خصوصیت هستند یک "خانواده" قطعات نامیده می‌شوند. بنابراین مجموعه اعضای یک خانواده شامل قطعاتی است که هر یک از آنها برای نصب روی یک محصول نهایی تولید می‌شود. در چنین شرایطی که قطعات نسبتاً مشابه برای محصولات نهایی مختلف در یک سلول تولید می‌شوند، به دلیل بالا بودن حجم قطعات نسبتاً مشابه، سیستم تولید از مزایای اقتصاد تولید انبوهی برخوردار خواهد بود. همچنین اگر قطعات تولید شده در یک سلول GT بر روی یک محصول متفاوت نصب شوند، سیستم نهایی تولید از مزایای تنوع محصول برخوردار خواهد بود (در نتیجه سیستم GT از دیدگاه فرآیندی در موقعیتی بین فرآیندهای انبوهی و دسته‌ای قرار می‌گیرد). در شکل ۷-۱ یک سیستم GT نشان داده شده است.



شکل ۷-۱ استقرار تکنولوژی گروهی

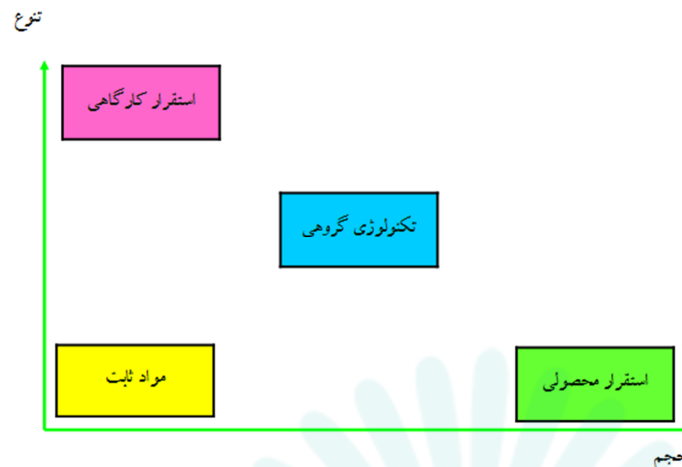
^۱ Flexible Manufacturing Systems

^۲ Manufacturing cells

^۳ GT, Group Technology

^۴ OWMM- One Worker Multiple Machine

در شکل ۸-۱ انواع استقرار با توجه به حجم و تنوع تولید نشان داده شده است.



شکل ۸-۱ انواع استقرار با توجه به حجم و تنوع تولید

در سلول‌های یک کارگری و چند ماشینی، یک مجموعه از ماشین‌های تولیدی در داخل یک سلول (محفظه کار) کوچک در کنار یکدیگر نصب شده و یک کارگر (اپراتور) مسئولیت کلیه عملیات تولیدی روی ماشین‌ها را به عهده می‌گیرد. با توجه به اینکه در ماشین‌های امروزی عملیات تولید عمده توسط ماشین و بدون دخالت کارگر صورت می‌گیرد، برای کارگر فرصت کافی وجود خواهد داشت که به عملیات سوار کردن و پیاده‌سازی قطعه از ماشین‌ها و به عملیات نصب ابزار روی ماشین و تنظیم ماشین‌های سلول خود برسد. در این گونه سلول‌ها استقرار ماشین‌ها در کنار یکدیگر تقریباً به صورت دایره‌ای یا U شکل می‌باشد. در جدول ۳-۱ انواع طرح‌های استقرار با توجه به نوع تولید محصول آمده است:

جدول ۳-۱ انواع طرح‌های استقرار با توجه به نوع تولید محصول

اگر محصول به صورت زیر باشد	نوع طرح استقرار	روش ترکیب ایستگاههای کاری که باید برای برنامه ریزی دپارتمان انجام شود
استاندارد بوده و تقاضای آن بسیار پایدار و زیاد باشد	بخش براساس تولید محصول	ترکیب همه ایستگاههای کاری مورد نیاز برای تولید محصول
از نظر فیزیکی بزرگ، حرکت آن سخت و دارای تقاضای سفارشی باشد	بخش براساس محصول، محل مواد ثابت	ترکیب همه ایستگاههای کاری مورد نیاز برای تولید محصول با فضای مورد نیاز جهت مرحله بندی محصول
امکان گروه‌بندی آنها به خانواده مشابهی باشد که هر گروه در ایستگاههای کاری تولید شوند	بخش بر اساس تولید محصول، خانواده محصول	ترکیب همه ایستگاههای کاری مورد نیاز برای تولید خانواده محصولات
هیچ کدام از موارد فوق	بخش بر اساس فرآیند	ترکیب ایستگاههای کاری یکسان برای برنامه ریزی دپارتمانی اولیه و تلاش برای ترکیب بخش اولیه مشابه بدون فراموش کردن روابط بین بخش‌ها

۷-۱ نقطه سر به سر^۱ تولید

برای مدیران، برنامه‌ریزان و حتی مجموعه کارکنان یک سازمان لازم است این آگاهی حاصل شود که برای اینکه سازمان آنها در موقعیتی قرار بگیرد که با زیان مواجه نشود، باید حداقل تولید آنها در واحد زمان (مثلاً در ماه) چه مقدار باشد. واحدهای خدماتی نیز به نحو مشابه باید بدانند که با انجام حداقل چه مقدار خدمات در واحد زمان، سازمان آنها در موقعیتی قرار می‌گیرد که با زیان مواجه نشود. برای روشن شدن بیشتر موضوع، "نقطه سر به سر" را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

نقطه سر به سر عبارت از آن حجم تولید در واحد زمان است که به ازاء آن جمع درآمد حاصل از فروش با جمع هزینه‌های تولید محصول برابر باشد.

با توجه به تعریف فوق، در صورتیکه یک واحد سازمانی ماهیانه درست به مقدار نقطه سر به سر تولید کند، مجموع درآمدی که از فروش محصول تولید شده در آن ماه برایش حاصل می‌شود، با مجموع هزینه‌هایی که بابت تولید آن مقدار محصول صرف شده برابر است. به عبارت دیگر سازمان از نظر سرعت تولید (مقدار تولید در واحد زمان) در نقطه سر به سر قرار دارد.

۷-۱-۱ محاسبه نقطه سر به سر

برای دستیابی به رابطه مناسبی جهت تعیین نقطه سر به سر ابتدا بایستی هزینه‌های یک سازمان را تعریف کرد، هزینه‌ها به دو بخش ثابت و متغیر تقسیم می‌شوند:

- هزینه‌های ثابت^۲: در یک کارگاه، بدون توجه به مقدار تولید در واحد زمان، مثلاً در ماه، ماهیانه مبلغی طور ثابت صرف می‌شود. هزینه‌های همچون اجاره انبار، حقوق کارکنانی که حقوق ثابت ماهیانه می‌گیرند و روشنایی برق نمونه‌هایی از این نوع هستند. این هزینه‌ها با کم و زیاد شدن مقدار تولید در ماه (در حدود مشخص) همواره ثابت هستند.
- هزینه‌های متغیر^۳: برای تولید هر واحد محصول، هزینه‌های دیگری نیز وجود دارد که مقدار آنها در واحد زمان ثابت نبوده، بلکه بستگی به حجم (مقدار) تولید در واحد زمان دارد. به عنوان نمونه، هزینه‌های مواد اولیه، برق صنعتی ماشین‌آلات تولیدی، دستمزد کارگران (در صورتیکه دستمزد براساس مقدار تولید باشد) و سوخت صنعتی در خط تولید از انواع هزینه‌های متغیر هستند. هزینه‌های متغیر با تغییر سرعت تولید دچار تغییر می‌شوند.

برای محاسبه نقطه سر به سر نمادهای زیر را تعریف می‌کنیم:

Q: مقدار تولید در واحد زمان (در اینجا مقدار تولید در واحد زمان یا سرعت تولید است. در صورتیکه در بحث مقدار اقتصادی سفارش یا تولید، Q عبارت از مقدار اقتصادی در هر بار سفارش یا تولید کالا است).

U: قیمت واحد کالا،

F: مجموع هزینه‌های ثابت سازمان در واحد زمان،

V: مجموع هزینه‌های متغیر به ازاء تولید هر واحد کالا.

¹ . Break- even point

² . Fixed Costs

³ . Variable Costs

با توجه به نمادهای تعریف شده، جمع درآمد^۱ (TR) و جمع هزینه‌ها (TC) در واحد زمان را می‌توان بصورت زیر نشان داد:

$$TC = F + V \cdot Q \quad (1-1)$$

$$TR = u \cdot Q \quad (2-1)$$

حال در صورتیکه مقدار Q برابر با نقطه سر به سر باشد، بنا به تعریف نقطه سر به سر، جمع هزینه‌ها در واحد زمان با جمع درآمدها در واحد زمان برابر خواهد بود. Q را در نقطه سر به سر با علامت $Q_{B.E}$ نشان می‌دهیم:

$$F + V \cdot Q_{B.E} = u Q_{B.E} \quad (3-1)$$

$$Q_{B.E} = \frac{F}{u-v} \quad (4-1)$$

مثال ۱- مجموعه هزینه‌های ثابت ماهیانه یک کارگاه تولید انواع نوشابه‌ها، ۱۰ میلیون ریال، و هزینه‌های متغیر تولید به ازاء هر لیتر نوشابه ۸۰ ریال است. قیمت فروش هر لیتر نوشابه به توزیع کنندگان اصلی ۱۲۰ ریال می‌باشد.

الف- این کارگاه باید ماهیانه چه مقدار نوشابه تولید نموده و به فروش برساند تا در نقطه سر به سر باشد؟
ب- در حال حاضر این کارگاه ماهیانه ۲۸۰۰۰۰ لیتر نوشابه تولید نموده و به فروش می‌رساند. در این شرایط میزان سود (زیان) ماهیانه کارگاه چه مقدار است؟
الف- داریم:

$$u = 120 \left(\frac{\text{ریال}}{\text{لیتر}} \right), \quad V = 80 \left(\frac{\text{ریال}}{\text{لیتر}} \right), \quad F = 10,000,000 \left(\frac{\text{ریال}}{\text{ماه}} \right)$$

$$Q_{B.E} = \frac{10,000,000}{120 - 80} = 250,000 \left(\frac{\text{لیتر}}{\text{ماه}} \right)$$

ب- $Q = 280,000$

$$TR = 280,000 \times 120 = 336 \times 10^5 \text{ (ریال)},$$

$$TC = 10,000,000 + 80 \times 280,000 = 324 \times 10^5 \text{ (ریال)}$$

$$\text{سود ماهیانه: } TR - TC = 12 \times 10^5 \text{ (ریال)}$$

در حالت تولید چندمحصول (n محصول)، فرمول نقطه سر به سر مقداری متفاوت خواهد بود. چنانچه تعداد محصولات برابر n، قیمت هر واحد از محصولات u_j و α_j نسبت تولید کالای j به کل تولید باشد ($\sum \alpha_j = 1$)، فرمول به شکل زیر خواهد شد:

$$Q_{B.E} = \frac{F}{\sum_{j=1}^n \alpha_j (u_j - V_j)}, \quad Q_j = \alpha_j \times Q_{B.E}$$

$$TR = \sum_{j=1}^n u_j Q_j, \quad TC = F + \sum_{j=1}^n V_j Q_j$$

^۱. میزان پول دریافتی حاصل از فروش را درآمد گویند.

مثال ۲- محصولات A, B, C و D در یک کارخانه تولید می‌شوند. اگر هزینه‌های ثابت ۴۲۰۰۰ ریال باشد، و اطلاعات زیر در دسترس باشد، مقدار تولید هر محصول را در نقطه سر به سر بدست آورید؟

محصول	قیمت واحد (u_j)	هزینه متغیر (V_j)	α_j
A	50	45	1/6
B	60	50	1/12
C	32	28	5/12
D	20	14	4/12

$$Q_{B.E} = \frac{F}{\sum_{j=1}^n \alpha_j (u_j - V_j)} = \frac{42000}{\frac{1}{6}(50 - 45) + \frac{1}{12}(60 - 50) + \frac{5}{12}(32 - 28) + \frac{4}{12}(20 - 14)} = 7875$$

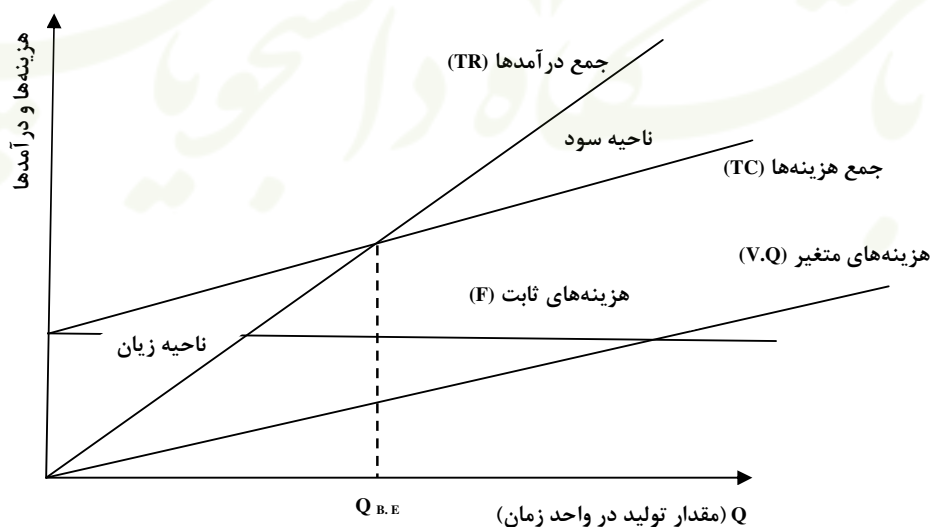
$$Q_j = \alpha_j Q_{B.E} \rightarrow \begin{cases} Q_A = 1312.5 \\ Q_B = 656.25 \\ Q_C = 3281.25 \\ Q_D = 2625 \end{cases}$$

$$TR = \sum_{j=1}^4 u_j Q_j = 50(1312.5) + 60(656.25) + 32(3281.25) + 20(2625) = 262500$$

$$TC = F + \sum_{j=1}^4 V_j Q_j = 42000 + [45(1312.5) + 50(656.25) + 28(3281.25) + 14(2625)] = 262500$$

۲-۷-۱ نمودار تحلیلی نقطه سر به سر

بر محور افقی مقدار متغیر Q یا سرعت تولید در واحد زمان، و بر روی محور قائم مقادیر هزینه‌های ثابت، متغیر و جمع هزینه‌ها و جمع درآمدها در واحد زمان را رسم می‌کنیم (شکل ۹-۱).



شکل ۹-۱ نمودار تحلیلی نقطه سر به سر

هزینه‌های ثابت، با توجه به این نکته که به مقدار تولید بستگی ندارند، به صورت یک خط افقی رسم می‌شوند. نمودار هزینه‌های متغیر، خط مستقیم با شیب V خواهد شد و جمع هزینه‌ها یا TC برابر با مجموع مقادیر F و $V.Q$ خواهد بود. نمودار جمع درآمدها (TR) خط مستقیم با شیب u خواهد بود. در محل تقاطع خطوط TC و TR ، جمع هزینه‌ها و جمع درآمدها برابر هستند و نقطه سر به سر $(Q_{B.E})$ در راستای تقاطع این دو خط بر روی محور افقی اتفاق می‌افتد.

مثال ۳ - نمودار تحلیلی نقطه سر به سر مثال ۱ را ترسیم کنید.

خطوط TC و TR درست در راستای $Q = 250,000$ یکدیگر را قطع می‌کنند. در سمت راست نقطه تقاطع، فاصله عمودی (قائم) بین خطوط TC و TR نشان‌دهنده مقدار سود به ازاء مقادیر مختلف تولید می‌باشد. برای مثال، در صورتیکه از نقطه $Q = 280,000$ خط قائمی به سود دو خط TC و TR رسم شود طول پاره-خط محصور بین TC و TR نشان‌دهنده میزان سود می‌باشد. بدیهی است تولید به مقادیر کمتر از $Q_{B.E}$ (در سمت چپ $Q_{B.E}$) ایجادکننده زیان برای کارگاه خواهد بود.

