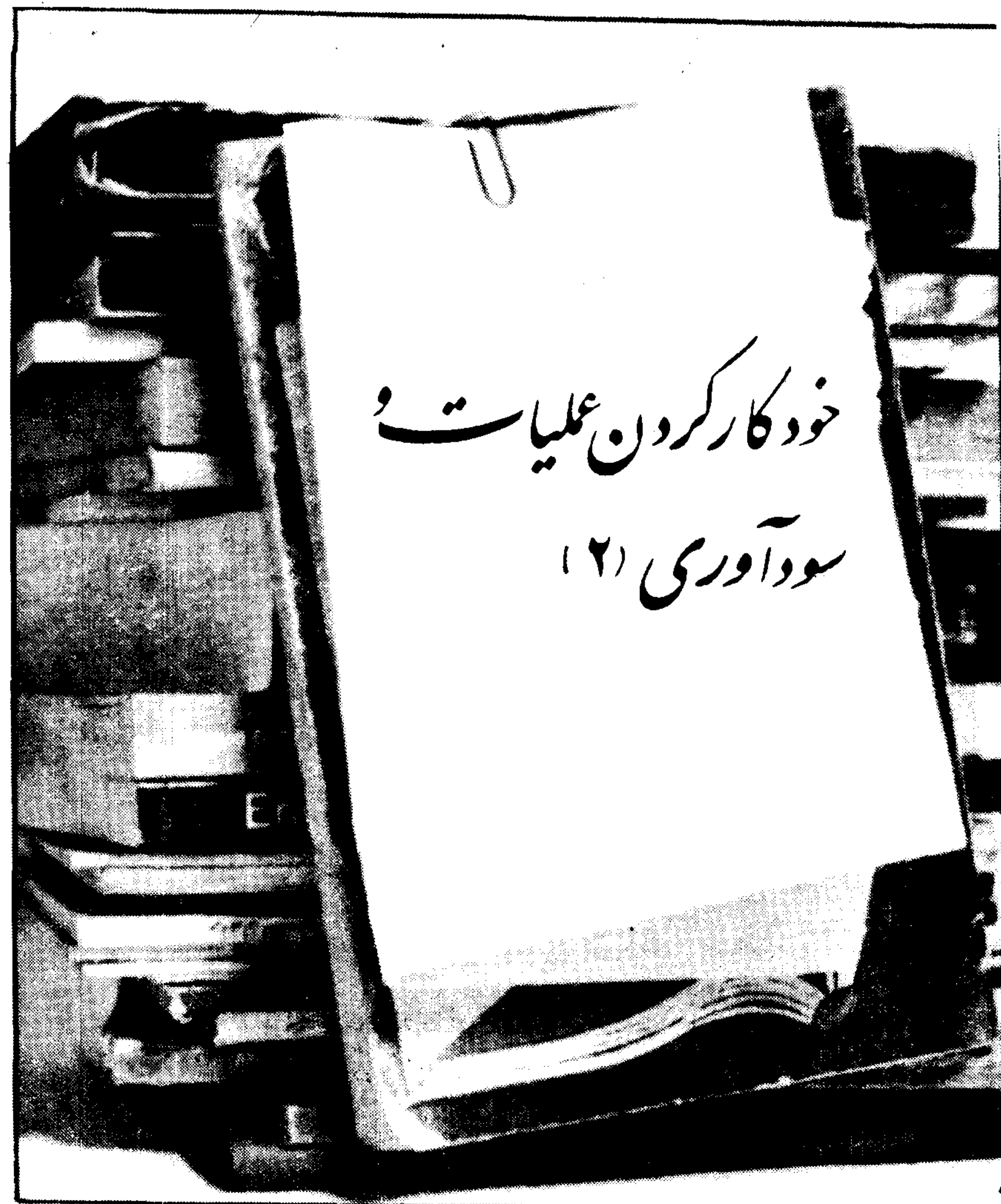


راندمانهای مربوط به تك تك سيستمهای جدا از هم می باشد. وقتی دو سیستم بهم بسته شدند اطلاعات مربوط به قطعه و یا محصولی که روی صفحه کامپیوتر طراحی گردیده فوراً " به سیستم CAM منتقل می شود با این حال باید این نکته را معلوم کرد که وصل شدن این دو سیستم به همدیگر در موارد نادر اتفاق می افتد زیرا تطبیق سیستم CAM در خطوط تولید به راحتی صورت نمی گیرد و گذر به سیستم CAD راحت تر از گذر به سیستم CAM است. به این دلیل در کمتر موسسه صنعتی اوضاع عمومی و اساسی خط تولید اجازه بهم بسته شدن وسیع این دو سیستم را میسر و ضروری می سازد. علی رغم این مشکلات بعضی از موسسات صنعتی موفق به وصل نمودن وسیع این دو سیستم به یکدیگر شده اند، بر اثر وصل شدن دو سیستم به یکدیگر هزینه نیروی کار و هزینه زمان انتظار (و یا هزینه زمان تلف شده) در عملیات تولیدی به ترتیب سی و پنج بار کاهش پیدانمود. دو سیستم CAM و CAD هرچند در پاره ای موارد بهم وصل می شوند اما به همان نسبت، سبب افزایش راندمان و کاهش هزینه های گوناگون می شوند که از مهمترین آنها امکان تولید نمونه و آزمایشی است. تولید آزمایشی در سیستمهای ثیر اتوماتیک طولانی، مستلزم صرف وقت زیاد و پرهزینه است. در حالی که در سیستم CAD/CAM تولید آزمایشی سریع و کم هزینه است. امروزه، بر اثر برتری سرعت، دقت و راندمان فوق العادی که مترتب بر سیستم CAD/CAM است بازارهای متفاوتی برای آن پیدا شده که عموماً " به چهاربخش تقسیم می شوند:

- ۱ - سیستمهای طراحی مکانیک
- ۲ - سیستمهای طراحی الکتریک و الکترونیک
- ۳ - سیستمهای معماری، مهندسی و ساختمانی
- ۴ - سیستمهای نقشه برداری

چهل و پنج درصد بازار فروش سیستمهای CAD/CAM متعلق به سیستمهای طراحی مکانیک است که بهترین نمونه های آن در کارخانه های هواپیما سازی و اتوموبیل سازی دیده می شود. به علت راندمان، سرعت، دقت، کیفیت بالا و در نتیجه، سودآوری سیستمهای CAD/CAM کاربرد آنها در موسسات صنعتی افزایش



دکتر عباس مقبل

۶- سیستم CAD - CAM

در سیستم CAD، طراحی و ایجاد مدل به وسیله کامپیوتر صورت می گیرد و همانگونه که اشاره شد، این سیستم، برتری، منافع و راندمان خاص خود را داراست. از طرف دیگر در سیستم CAM، امور تولیدی و عملیاتی تحت هدایت برنامه کامپیوتر است و این سیستم هم بطور جداگانه دارای امتیازات مخصوص بخود است. هرکدام از این سیستمها به صورت مستقل از هم قابل بکارگیری در واحدهای تولیدی اتوماتیک می باشند، ولی برای به دست آوردن دقت، سرعت، کیفیت و بازدهی سطح بالا، حالت مطلوب این است که این دو سیستم بطور مرتبط با یکدیگر بکار بردند. این وضعیت از حیث تامین سودآوری مورد دلخواه واحدهای تولیدی اتوماتیک است. در حالت اخیر، خروجی های سیستم CAD به عنوان ورودی در اختیار سیستم CAM قرار می گیرد، بطور کلی راندمان دو سیستم بهم پیوسته بسیار بیشتر از مجموع

یافته است. صادرات صنایع CAD/CAM در آمریکا بین سالهای ۱۹۸۱ - ۱۹۷۶ سالانه در حدود ۵۴ درصد افزایش پیدا کرده و در سال ۱۹۸۱ به یک میلیارد دلار بالغ شد در سال ۱۹۸۵ رقم این صادرات به ۳/۵ میلیارد دلار و در سال ۱۹۸۶ به ۵/۶ میلیارد دلار رسید. تصور می‌رود صادرات مربوط به صنایع CAD/CAM آمریکا سالانه با نرخ سی درصد افزایش پیدا کند!^{۱۱}

۷- سیستم CIM^{۱۲}

در سیستم تولیدی CIM ویژگی عمده این است که پروسه های اتوماتیک تولیدی تحت نظارت و با هماهنگی و هدایت کامپیوتر به صورت یک مجموعه مرتبط با یکدیگر به کار می‌پردازند. در این سیستم، کامپیوتر نقش متحد و هماهنگ کننده را بر عهده دارد فرآیندهای اتوماتیک را به شکل مرتبط و چون یک فرآیند تولیدی بکار و می‌دارد. از دیدگاه صنایع، سیستم CIM وضعیت خودکار کردن عملیات پیشرفته و متشکل و منسجم است. در این نوع از خودکار کردن عملیات ممکن است سیستمهای CAD و CAM، ماشینهای CNC و آدمهای آهنی بکار گرفته شوند. تعیین فرم استاندارد برای سیستم CIM به اعتبار شاخه‌های گوناگون صنایع ممکن نیست. آنچه که در یک واحد تولیدی اتوماتیک سبب بروز سیستم CIM می‌شود امکان مرتبط ساختن و هماهنگ نمودن فرآیندهای مختلف تولید اتوماتیک به وسیله کامپیوتر است. بدین ترتیب کامپیوتر عهده دار ارتباط و اتصال تک تک فرآیندهای تولیدی اتوماتیک است.

آنچه در سیستم CIM باعث راندمان و سودآوری فوق العاده می‌شود وجود سیستمهای طراحی اتوماتیک، تولیدی اتوماتیک، ماشینهای CNC و آدمهای آهنی گوناگون است. هر کدام از موارد یاد شده به تنهایی دارای سرعت، کیفیت و دقت بسیار زیاد تولیدی است که منجر به افزایش سودآوری واحد تولیدی می‌گردد. زمانی که تعدادی از این امکانات بسیار پیشرفته تولیدی تواما " و به کمک کامپیوتر بکار گرفته شوند سودآوری واحد تولیدی را با ضریب بالاتری

افزایش می‌دهند. سیستم CIM به لحاظ تنظیم روندهای مختلف تولید، ردیف نمودن و زمان بندی عملیات تولیدی و بهینه سازی آنها دارای تواناییهای موثر و فوق العاده سودمندی است. در سیستم تولیدی CIM ویژگیهای بسیاری سبب افزایش سودآوری می‌گردد که برخی از آنها عبارتند از:^{۱۳}

- ۱- در مقابل تغییرات احتمالی آتی، طراحی محصول تولیدی به صورت پیشرفته و انعطاف پذیر صورت می‌گیرد.
- ۲- در این سیستم می‌توان ترکیب تولید را از نظر تولید محصولات و یا قطعات متفاوت به گونه‌ای تنظیم کرد که سودآوری خط تولید به حداکثر برسد.
- ۳- قطعات یدکی و یا ذخیره‌های میانی خط تولید در این سیستم تا حدود صفر تنزل پیدا می‌کند.
- ۴- انعطاف تولیدی در این سیستم وجود دارد. به عبارت دیگر، شقوق بسیاری از نظر طراحی و تولید در این سیستم موجود است و این باعث افزایش وسعت عمل واحد تولیدی و کاهش احتمالی نزول سودآوری واحد تولیدی می‌گردد.
- ۵- در سیستم CIM این امکان وجود دارد که به همراه تغییرات بوجود آمده در مقدار و نوع تقاضا، ترکیب تولید و طراحی محصولات تولیدی به سرعت تغییر یابد و مطابق آن برنامه‌ریزی تازه‌ای در جهت تامین اهداف جدید برای ماشینها و دستگاههای خط تولید تهیه شود.
- ۶- کنترل در سیستم CIM به شکل موثری وجود دارد و به دلیل وجود تعادل و حساسیت زیاد در این سیستم، کیفیت تولید هم در حد بسیار بالایی است.
- ۷- ضایعات مربوط به کارکرد دستگاهها و خط تولید فوق العاده کم است.
- ۸- مقدار هزینه‌های متغیر در این سیستم زیاد نیست.
- ۹- به این علت که خودکار کردن عملیات خط تولید در مرحله بسیار پیشرفته‌ای است، غیر از گروههای تعمیر و نگهداری لزومی نیست که سایر پرسنل هم در خصوص تکنولوژی اتوماتیک تحت آموزش قرار گیرند و هزینه‌ای از این طریق بر واحد تولیدی تحمیل شود.

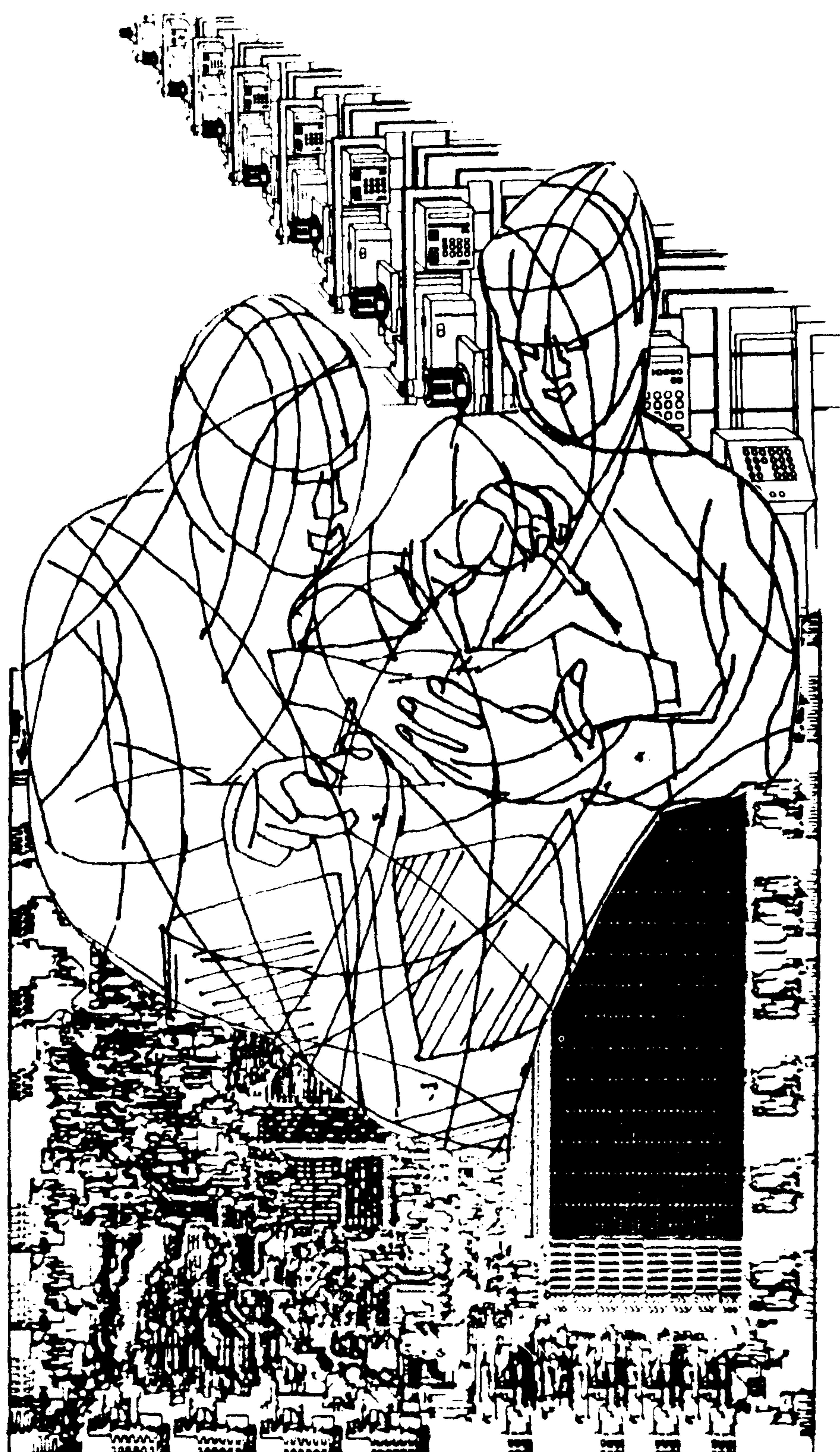
با لاتر عاید می‌گردد.

۱۴ - چون مراحل گوناگون خط تولید توسط کامپیوتر اداره می‌شود، لذا ادامه تولید، اعمال کنترل و یا انجام تغییرات معینی در خط تولید بیش از آنکه به سخت افزار یعنی به دستگاه‌ها و ماشینهای خط تولید مربوط باشد به نرم افزار یعنی به برنامه کامپیوتر مربوط است. به این دلیل برای سودآوری بهتر و راندمان بیشتر، لازم است برنامه ریزی خط تولید هم به نحو موثر و سودآوری تنظیم و تطبیق شود. به این جهت باید این نکته همیشه مورد نظر باشد که در خطوط تولیدی اتوماتیک، نرم افزار (و یا برنامه نویسی) بیش از خود سخت افزار (یعنی ماشینها و دستگاههای اتوماتیک) از نظر کاربردی اهمیت دارد، زیرا در سیستمهای اتوماتیک عوامل اتوماتیک تولیدی، نه بنوعی خود، بلکه تحت یک برنامه از قبل نوشته شده بکار می‌پردازند.

۱۵ - تجهیزات، دستگاهها و ماشینهای موجود در سیستم CIM می‌توانند با تغییر برنامه تولیدی برای اهداف متفاوت بکار برده شوند. در نتیجه، در این سیستم با امکانات مشخص می‌توان محصولات و قطعات گوناگون را تولید کرد. این همبستگی انعطاف‌افزایش سودآوری منجر می‌شود. در سال ۱۹۸۱ کارخانه Chevrolet Geat and Axk که متعلق به شرکت جنرال موتورز (GM) بود تاسیس شد. خط تولید انعطاف پذیر این واحد تولیدی قادر بود سالانه صدهزار قطعه مختلف را با تغییر برنامه، تولید کند و این حداکثر ظرفیت تولیدی آن کارخانه بود.

۸- سیستمهای تولید یکپارچه و انعطاف پذیر FMS

این سیستمها دارای مشخصه ویژه انعطاف پذیری است. در سیستم CIM آن جنبه ای که بیش از همه جلب نظر می‌کند کنترل و هدایت فرایندهای مختلف



۱۰ - هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری و سایر هزینه‌های مربوط به خط تولید به همان صورت برنامه ریزی شده متحقق می‌شود.

۱۱ - عملیات تولیدی به راحتی قابل پیش بینی و برنامه ریزی است. به این جهت استفاده از سیستم استاندارد در محاسبه قیمت تمام شده متداول است.

۱۲ - به دلیل مشخص بودن عملیات و مراحل مختلف تولید فعالیت‌های مربوط به کنترل عمومی خط تولید و اعمال نظر مدیریت به آسانی صورت می‌گیرد.

۱۳ - سرعت تولید نسبت به سایر انواع روشهای تولیدی اتوماتیک چشم گیرتر است و بنابراین در واحد زمان تولید بیشتر و در نتیجه، سود

تولیدی به وسیله کامپیوتر است. گرچه در سیستم CIM نیز انعطاف پذیری وجود دارد ولی این انعطاف در سیستمهای انعطاف پذیر، که مخصوصاً "به نام FMS خوانده می‌شوند، خیلی بارزتر از سیستم CIM است. در سیستم FMS نیز کامپیوتر وظیفه کنترل و هدایت مراحل گوناگون تولید را به عهده دارد. در واقع در سیستم FMS هم خصوصیات مربوط به سیستم CIM را می‌توان مشاهده کرد و هم اینکه انعطاف تولیدی در مرحله پیشرفته تری نسبت به سیستم CIM است. اصولاً "سیستمهای اتوماتیک تولیدی گام به گام به سوی توسعه و تکمیل پیش می‌روند، همانطور که خودکار کردن عملیات خطوط تولید هم از خودکار کردن عملیات نسبی و قسمی به سوی خودکار کردن عملیات همه جانبه و بهم پیوسته پیش می‌رود. و در مراحل پیشرفته‌ای از آن وقتی یکپارچگی خط تولید مورد نظر باشد علاوه بر خط تولید سعی می‌شود که واحدهای کمکی و خدماتی نیز در حد ممکن به شکل متصل و یکپارچه درآیند.^{۱۵}

در سیستم انعطاف پذیر FMS نیز ممکن است سیستم CAD، CAM، ماشینهای CNC و آدهای آهنی بکار گرفته شود. ترتیب و نحوه ارتباط آنها به نسبت وضعیت و نوع تولید، حجم تولید، وضعیت مربوطه، می‌تواند متفاوت باشد ولی به دلیل اینکه انعطاف پذیری خصوصیت ممتاز سیستم FMS است در این سیستم سعی می‌شود انتخاب آلات و ادوات، تجهیزات، دستگاهها و ماشین آلات بصورتی باشد که در مقابل تغییرات احتمالی نوع تولید و خط تولید، انطباق سخت افزار و نرم افزارهای خط تولید با شرایط جدید به سرعت انجام گیرد و در عین حال، انعطاف مراحل مختلف تولید هم نسبت به همدیگر محفوظ و مرعی باشد. این دو ویژگی یعنی انعطاف پذیری سخت افزار و نرم افزارها و انعطاف پذیری فرایندهای گوناگون خط تولید علاوه بر اینکه این امکان را فراهم می‌آورد که خط تولید به راحتی با شرایط جدید سودآور منطبق گردد این فرصت را نیز پیش می‌آورد که ترکیب حجم تولید به اعتبار محصولات گوناگون و یا قطعات مختلف به نحوی تغییر یابد که تولید نوعی از محصولات و یا قطعاتی که سودآورتر هستند بیشتر و یا سریعتر انجام

گیرد. البته گرچه این انعطاف عموماً "در خود سخت افزارهای خط تولید وجود دارد ولی انعطاف کلی خط تولید توسط کامپیوتر تامین و برنامه ریزی می‌شود. هر قدر کامپیوتر به اعتبار تکنولوژی توسعه یافته‌تر باشد تامین انعطاف، بیشتر و موثرتر خواهد بود. همانطور که کامپیوترهای مجهز به تکنولوژی تراشه یعنی کامپیوترهایی که ترانزیستورهای بی شماری در حافظه آنها در یک سطح فوق العاده کوچک جای گرفته‌اند امروزه کاربرد زیادی در صنایع اتوماتیک دارند در این نوع کامپیوترها ابعاد کامپیوتر کوچک شده، ظرفیت حافظه افزایش یافته و راندمان داده پردازی روبه فزونی گذاشته است که این نیز به نوبه خود سبب افزایش سودآوری واحد تولیدی را فراهم آورده است. چنین تحولاتی موجب افزایش سرمایه گذاری و تولید کامپیوترهای یاد شده توسط شرکتهای تولید کننده آنها شده‌اند.^{۱۶}

بر اثر افزایش سرمایه گذاری در زمینه صنایع اتوماتیک و ازدیاد رقابت تنگاتنگ در این زمینه، تمایل فراوانی در جهت بکارگیری سیستمهای اتوماتیک پیشرفته‌تر بوجود آمده است.^{۱۸} در این راستا بعضی از واحدهای تولیدی به استفاده پرسنل خودشان از کامپیوتر اهمیت داده و امکان استفاده پرسنل مدیر و تصمیم گیر را به صورت گسترده از سیستم کامپیوتری بهم پیوسته فراهم ساخته‌اند. در بعضی از واحدهای تولیدی اتوماتیک و درپاره‌ای موارد از سیستم CAE^{۱۹} و در تعدادی دیگر از LAN^{۲۰} استفاده به عمل می‌آید.^{۲۱}

اما باید توجه داشت که یک روند اتوماتیک باید با مراحل قبل و بعد از خودش متناسب و سازگار باشد.^{۲۲} در این صورت است که راندمان مورد نظر به دست خواهد آمد. اصولاً "این نکته گفتنی است که به نسبت استخدام سیستمهای تولیدی اتوماتیک راندمان خطوط تولید به صورت بارزی روبه فزونی می‌گذارد.^{۲۳} بویژه اگر علاوه بر خط تولید، دیگر بخشهای واحد تولیدی نیز به صورت اتوماتیک بکار پردازند راندمان مورد بحث توسعه فراگیری خواهد داشت. امروزه، بسیاری از موسسات معروف صنعتی دنیا در کنار خط تولید خود کار، دیگر بخشهای واحد تولیدی را از مسائل

۲۴
اساسی توسعه راندمان و سودآوری می شمارند. چنین امکانی در سیستم FMS نسبت به سایر سیستمهای تولیدی اتوماتیک فراهم تر است.

I. بخشهای تولید در خطوط تولیدی اتوماتیک و تاثیرات آنها از نظر هزینه تولید

باید پیشاپیش به این نکته عنایت داشت که تکنولوژی تولید به عنوان دانشی که متوجه واقعیت بوده و عملاً^{۲۵} تطبیق می شود دارای سه بعد، وجهه و یا عنصر مختلف است:

۱- آلات، ادوات، ابزار و لوازم، تجهیزات و دستگاههایی که بعد تکنیکی را بوجود می آورند.
۲- روشها، متدها، مهارتها و تجاربی که برای انجام فعالیتهای تکنیکی و یا عملیات معینی در خط تولید لازمه کار هستند.

۳- نظم و سازمانی که برای تولید بوجود می آید و ممکن است روابط و مکانیزم خاص اجتماعی رادری داشته باشد.

برای دستیابی به نتایج مثبت تولیدی عموماً سعی می شود که تناسبی بین تکنولوژی بکار گرفته شده و نوع فعالیت و نیز بزرگی یا کوچکی واحد تولیدی وجود داشته باشد. در صنایع مختلف و به منظور تولید محصولی مشخص، ترکیب عناصر تکنولوژیک، که به آنها اشاره شد، اهمیت زیاد دارد. در صورتی که واحد تولیدی از حیث تکنولوژیک با مشکلاتی روبرو شود این به معنی ظهور تحولات منفی مالی و یا ازدست رفتن بازار فروش خواهد بود.^{۲۶}

به این جهت، واحدهای تولیدی، و بویژه واحدهای تولیدی اتوماتیک، حساسیت زیادی در خصوص تکنولوژی تولید از خود نشان می دهند. بعضی از واحدهای تولیدی اتوماتیک، به جای ایجاد یک خط تولید بزرگ ترجیح می دهند - که برای تحقق انعطاف، کارکرد و یکپارچگی - همان خط تولید بزرگ را به چندین خط تولید کوچک تقسیم کنند و به این ترتیب از برتریهای گوناگونی که به سودآوری بیشتر منجر می شود برخوردار گردند.^{۲۷} در این وضعیت، معمولاً

ابعاد دستگاهها کوچکتر می شود و در نتیجه، تغییر جای آنها و سازماندهی دوباره خط تولید به راحتی فراهم می گردد. از این گذشته، دستگاهها و تجهیزات به نسبت وظایف ویژه هر خط تولید کوچک انتخاب می شوند، بنابراین، مرتبط ساختن و متناسب نمودن آنها در یک مجموعه خاص به سادگی صورت می گیرد. در این صورت ضمن آنکه در مراحل مختلف خط تولید انعطاف لازم به وجود می آید، سازماندهی خط تولید موثر، کارآ، دقیق و اعمال نظر مدیریت به سهولت ممکن می شود. اصولاً^{۲۸} برای افزایش کیفیت تولید به دستگاههای بزرگ و خط تولید بزرگ احتیاج نیست، بلکه خطوط تولید کوچکتر، علاوه بر اینکسه دارای انعطاف تولیدی بالایی است این امکان را نیز فراهم می سازد که سیستمهای تولیدی انعطاف پذیر و آدمهای آهنی در این خطوط به کار گرفته شود.

تکنولوژی تولید ضمن اینکه بر تعداد مراحل تولید تاثیر می گذارد، چگونگی ترکیب و ارتباط طرحهای مختلف تولیدی را هم مشخص می کند. به همین دلیل^{۲۹} وقتی در صنایع مختلف واحدهای تولیدی به خودکار کردن خط تولید رو می آورند، تحت تاثیر تکنولوژی اتوماتیک و نسبت به صنایع گوناگون دارای خطوط و مراحل تولید متفاوت می شوند. به عبارت دیگر، روش اتوماتیک سازی خطوط تولید و وضعیت ظاهری آن در شاخه های گوناگون صنایع متفاوت است و نباید انتظار داشت که مراحل و پروسه های اتوماتیک موجود در یک پالایشگاه مشابه مراحل و پروسه های اتوماتیک در یک واحد فلزکاری و یا تولید قطعات هواپیما باشد، یعنی اگر یک واحد تولیدی اتوماتیک به لحاظ بخشهای تولیدی آن مورد تجزیه و تحلیل واقع شود ممکن است با یک واحد تولیدی اتوماتیک در یک شاخه دیگر صنعت از نظر بخشهای تولیدی و طرز ترکیب عوامل اتوماتیک، تفاوتی داشته باشد، به این دلیل سه استثناي صنایع اتومبیل سازی و بعضی صنایع مشابه، کمتر شاخه ای از صنایع از سیستمهای طراحی و تولید اتوماتیک به طور گسترده و همه جانبه استفاده می کند. آنچه که سبب کاربرد همه جانبه و وسیع امکانات اتوماتیک در خطوط تولیدی می شود،

تداوم ، توالی و وابستگی عملیات تولیدی از حیث زمان و مکان به یکدیگر است . این وضعیت ، بیشتر در خطوط تولید مونتاژ وجود دارد و صنایع اتومبیل سازی - که از این ویژگیها برخوردار است - در راس صنایعی است که در خودکارکردن عملیات خطوط تولید پیشگام بوده است و امروزه هم خطوط تولید صنایع اتومبیل سازی از چنین وضعیت وسیع و پیشرفته ای برخوردار است ، به این جهت در مطالعه بخشهای تولید خطوط تولیدی اتوماتیک ، اساس کار ، یک واحد تولیدی اتوماتیک با خط تولید مونتاژ خواهد بود که ممکن است این واحد تولیدی یک واحد اتومبیل سازی و یا یک واحد تولیدی مشابه باشد که به صورت وسیع از امکانات طراحی و تولیدی اتوماتیک استفاده می کند ، به این ترتیب بررسی وسیع و همه جانبه بخشهای تولیدی یک واحد اتوماتیک فراهم خواهد شد با این تفاوت که ممکن است برخی از صنایع دارای این اندازه توانایی خودکار سازی عملیات نباشند و لذا این امکان وجود دارد که حجم و شکل خودکار کردن عملیات خطوط تولید آنها حالت خاصی به خود بگیرد ولی همین حالت خاص نیز قابل بررسی در همین چهار چوبه ای که ارائه می شود خواهد بود .

وقتی بخشهای گوناگون خطوط تولید اتوماتیک مورد مطالعه واقع می شود ، باید خصوصیات عمومی خودکارکردن عملیات مد نظر باشد . تجزیه خطوط تولید اتوماتیک به بخشهای مختلف ضمن آنکه مثل سایر خطوط تولیدی دارای دلایل عمومی و مالیه است ، دلایل خاص خود را هم دارد و از ویژگیهای تکنولوژی اتوماتیک متاثر می شود . در آن دسته از بخشهای تولید که از تکنولوژی اتوماتیک استفاده می کنند حجم دستگاهها و ماشین آلات کوچک می شود . این حادثه سبب کاهش حجم بخش تولیدی و در نهایت ، باعث کم شدن حجم تولید و واحد تولیدی می گردد . واحدهای تولیدی اتوماتیک برای افزایش سطح کیفیت و تامین کارکرد بالای تولید ، عموماً " از ماشین آلاتی استفاده می کنند که عملیات معین تولیدی را به خوبی انجام می دهند ولی در عین حال ، سعی می کنند که دامنه عملیاتی ماشین آلات در عین خاص بودن ، محدود و غیر قابل انعطاف نباشد بلکه در مراحل پیشرفته

خودکارکردن عملیات ، انعطاف تولیدی ماشین آلات اهمیت و سودآوری بیشتری کسب می کند . با به کار گیری ماشین آلات اتوماتیک سازمان خط تولید به صورت مشخص و واضح درمی آید و این امکان را فراهم می سازد که اهداف و نظریات مدیریت درباب خط تولید به سهولت قابل اجرا باشد .

باید توجه داشت زمانی که یک خط تولید اتوماتیک به بخشهای متفاوت تقسیم می شود ، این تقسیم ، هم تحت تاثیر تکنولوژی اتوماتیک و هم تحت تاثیر خصوصیات مربوط به تولید و خط تولید محصول خاص و یا قطعات معین قرار دارد ، به این دلیل ، در هر بخش و یا در هر مرحله از خطوط تولید اتوماتیک یک نوع ماشین CNC و آدماهای آهنی به کار نمی رود . نسبت به مراحل گوناگون تولید ، هم ترکیب عوامل اتوماتیک و هم نوع آنها تغییر می کند . باید به خاطر داشت که یکی از دلایل مهم تقسیم خط تولید اتوماتیک به بخشهای گوناگون ، تامین انعطاف تولیدی ، یکپارچگی و همبستگی مراحل گوناگون تولید است .

در خطوط تولید اتوماتیک معمولاً " چهار بخش تولیدی متفاوت قابل تفکیک است که عبارتند از :

- ۱ - بخشهای تولیدی پایه ای (ب ت پ)
- ۲ - بخشهای تولیدی انعطاف پذیر (ب ت ا)
- ۳ - بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده (ب ت ب)
- ۴ - بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م)

این بخشهای تولیدی مکانهای مختلفی در خط تولید دارند و تاثیر آنها بر هزینه تولید هم یکسان نیست . برای توضیح بیشتر ، لازم است تک تک این بخشها مورد بررسی قرار گیرند .

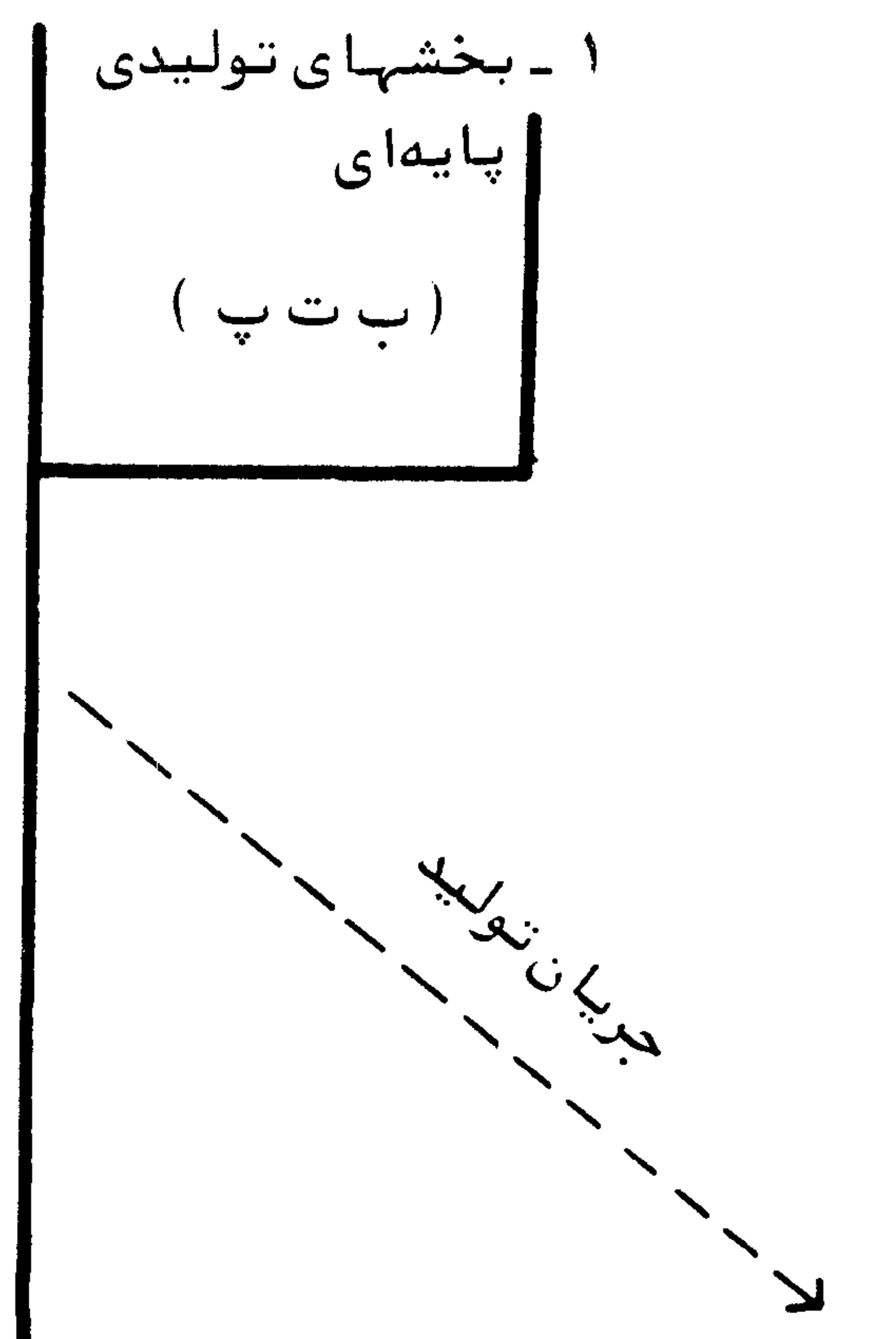
- ۱ - بخشهای تولیدی پایه ای (ب ت پ)

بخشهای تولیدی پایه ای از ترکیب سرمایه و نیروی کار و یا از ترکیب نیروی کار و وسایل کار به وجود می آیند . ممکن است این ترکیب به صورت یک اپراتور - یک ماشین کار (Machine) ، چند اپراتور - یک ماشین کار و یا به صورت چند اپراتور - چند ماشین کار باشد ، اما در بخشهای تولیدی پایه ای که از خود کار کردن عملیات بالا برخوردارند ممکن است جای اپراتور را آدماهای

آهنی بگیرد و به جای ماشین کار ممکن است از ماشینهای پیشرفته دارای سیستم بازخورد (Feedback) و یا از ماشینهای CNC استفاده شود. آنچه که در خصوص يك بخش تولیدی پایه‌ای اهمیت دارد این است که این بخش دیگر نمی‌تواند به بخشهای پایین‌تر و یا جزئی‌تر تقسیم شود، در صورتی که عواملی که بخش تولیدی پایه‌ای را تشکیل می‌دهند از قبیل يك اپراتور - يك ماشین و یا يك اپراتور - يك ماشین CNC از یکدیگر جدا شوند، دیگر خاصیت تولیدکنندگی بخش تولیدی پایه‌ای از بین می‌رود. اگر علی‌رغم جداسازی عوامل تولید در بخش تولیدی پایه‌ای هنوز خاصیت تولیدکنندگی محفوظ باشد دیگر آن بخش، بخش تولیدی پایه‌ای نخواهد بود و باید آنقدر تفکیک عوامل تولیدی صورت پذیرد تا اینکه به بخش تولیدی پایه‌ای - یعنی به‌حالتی که برای ادامه تولید، دیگر تفکیک عوامل تولیدی مهسر نباشد- برسیم.

بخشهای تولیدی پایه‌ای با استفاده از تکنولوژیهای معین، عملیات مشخص و اولیه تولیدی را انجام می‌دهند. این بخشها عموماً "در ابتدای روند تولیدی يك محصول قرار دارند و دارای روش و شکل تولیدی استاندارد می‌باشند. يك واحد تولیدی اتوماتیک در ابتدای خط تولید خود به نسبت محصولات تولیدی دارای بخشهای تولیدی پایه‌ای مختلف است. هر بخش تولیدی پایه‌ای، الزاماً همانند بخش تولیدی پایه‌ای دیگر - که در ابتدای خط تولید قرار گرفته - نیست. ممکن است هر خط تولید اتوماتیک دارای بخشهای تولیدی پایه‌ای همگن، که وظایف و نوع کارشان یکسان است، باشد. بیشتر ←

شکل ۱ - موقعیت بخشهای تولیدی پایه‌ای در واحدهای تولیدی مبتنی بر خودکار کردن عملیات



تعداد قطعات تولید شده در خط تولید (که متعلق به محصول معینی است)

اوقات، واحدهای تولیدی اتوماتیک در ابتدای خط تولید خود دارای بخشهای متعدد تولیدی پایه‌ای هستند که وظایف و نوع کارشان به دلیل قطعات متفاوتی که تولید می‌کنند، با یکدیگر فرق دارد. به این ترتیب این امکان وجود دارد که چندین بخش تولیدی پایه‌ای يك کار عملیاتی و یا وظیفه معینی را انجام دهند که در عین حال، کار و وظیفه‌شان با دیگر بخشهای تولیدی پایه‌ای متفاوت باشد.

همانگونه که در شکل ۱ مشخص شده، بخشهای تولیدی پایه‌ای در ابتدای خط تولید واقع هستند و به این جهت، هزینه‌های اولیه تولیدی يك محصول معین را به وجود می‌آورند. با اینکه بخشهای تولیدی پایه‌ای قطعات زیادی را تولید می‌کنند ولی سهم هزینه‌های این قطعات در بنیه محصول نهایی، که خط تولید آن به کار انداخته شده، زیاد نمی‌باشد. در صورتی که ظرفیت تولیدی افزایش پیدا کند اهمیت و تاثیر هزینه بخشهای تولیدی پایه‌ای رو به افزایش خواهد گذاشت و در نهایت، تاثیر هزینه‌های آنها در کل خط تولید هم افزایش خواهد یافت. قابل ذکر است که اگر درجه خودکار کردن عملیات بخشهای تولیدی پایه‌ای در مرحله پیشرفته‌تری باشد، مقدار هزینه‌ای که بر خط تولید بار می‌کنند زیادتر خواهند کرد.

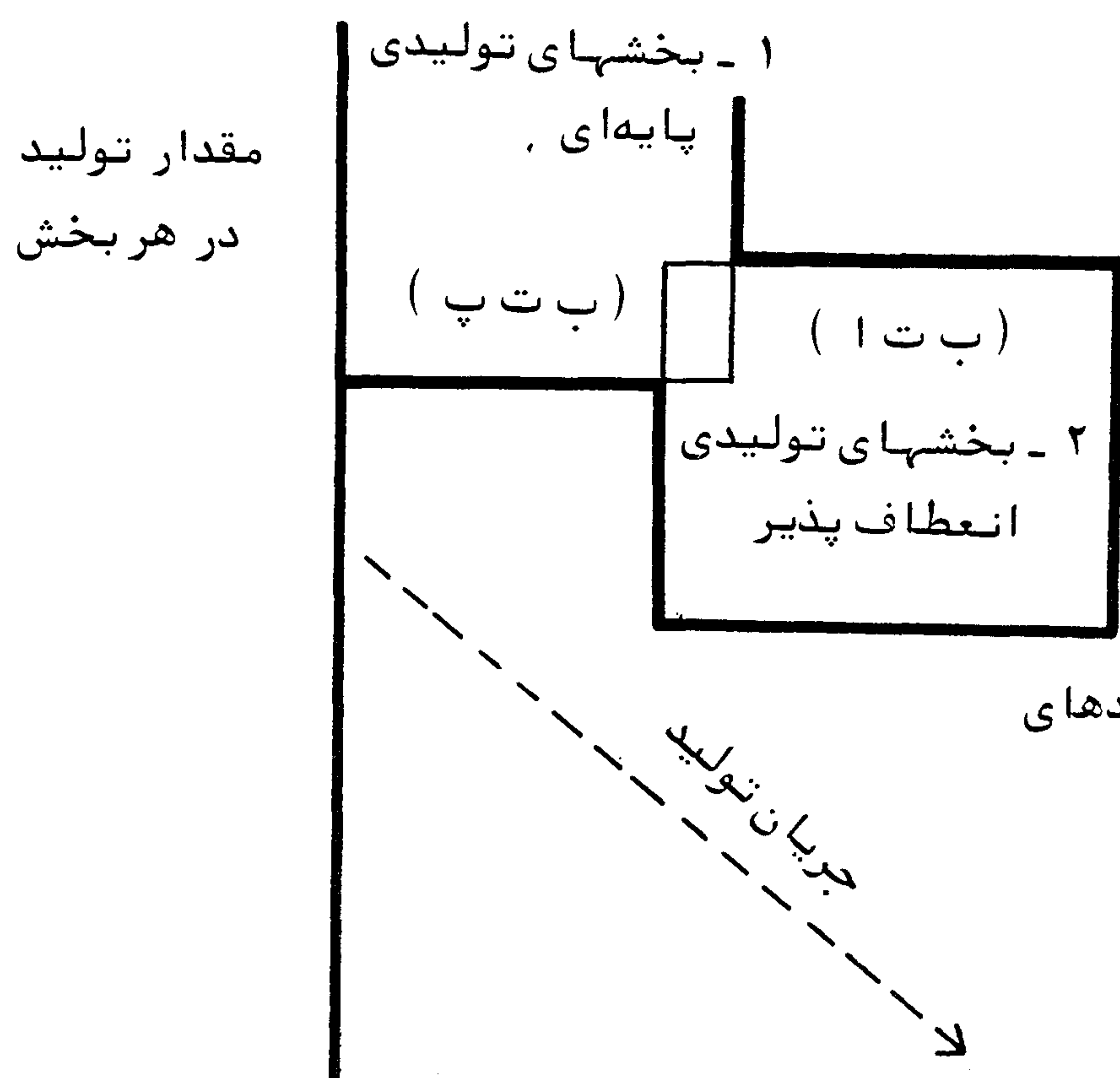
حالت اخیر، مقدار استهلاك، هزینه انرژی و هزینه های تعمیر و نگهداری سیر صعودی خواهند داشت. به طور کلی وقتی درجه خودکارکردن عملیات پیشرفت می کند هزینه منابع و عواملی که در تولید به کار گرفته می شوند، رو به افزایش می گذارد. همچنین هنگامی که هزینه منابع و عواملی که در تولید به استخدام در می آیند، افزایش می یابد، هزینه تولید نیز افزایش پیدا خواهد کرد.^{۳۱}

۲- بخشهای تولیدی انعطاف پذیر (ب ت ا)

باتوجه به شکل ۲ بخشهای تولیدی انعطاف پذیر پس از بخشهای تولیدی پایه ای واقع می شوند که می توانند به اعتبار تکنولوژیی که از آن استفاده می کنند تعداد زیادی قطعات و یا محصولات نیمه ساخته و یا محصولات کامل (ساخته شده) را تولید کنند. برای تامین انعطاف تولیدی در این بخشها از ماشینهای تولید کننده اتوماتیک، از ماشینهای CNC، از آذمهای آهنی و خلاصه، از تمام امکانات اتوماتیک تولیدی که به گونه ای انعطاف پذیری را افزایش می دهند، استفاده به عمل می آید. خصوصیت بارز بخشهای تولیدی انعطاف پذیر - همانطوری که از نامشان پیداست - انعطاف پذیری (Flexibility) است. بسیاری از سیستمهای تولیدی اتوماتیک و انعطاف پذیر، که قبلاً به آنها اشاره شد، در این بخشها به کار گرفته می شوند و چون این سیستمها هزینه زیادی دارند مقدار هزینه ای که بخشهای تولیدی انعطاف پذیر بر خط تولید تحمیل می کنند به نسبت بخشهای تولیدی پایه ای زیاد است. به عبارت دیگر، تامین انعطاف پذیری بخشهای تولیدی انعطاف پذیر ←

با سرمایه گذاری و تحمل هزینه های زیاد ممکن است، اما به دلیل اینکه بخشهای تولیدی انعطاف پذیر برای تولید تعداد زیادی محصولات نیمه ساخته و یا کامل، مساعد است. در صورتی که ظرفیت تولیدی در سطح با لایی باشد، هزینه این بخشها بین تعداد زیادی محصول اعم از نیمه ساخته و کامل، تقسیم شده و مشکل هزینه زیاد بر طرف خواهد شد.

وقتی که تعداد بخشهای تولیدی انعطاف پذیر در یک واحد تولیدی متکی بر خودکاری عملیات، زیاد و سنگینی با این بخشها باشد، ارتباط و همکاری گروهی افراد شاغل در خط تولید اتوماتیک به عنوان یک احتیاج بروز می کند. با ایجاد ارتباط و همکاری گروهی تخصصهای گوناگون در کنار هم و به شکل هماهنگ عمل می کند. به این وضعیت، در بسیاری از شرکتها و از جمله در شرکت جنرال موتورز (GM) و فورد موتور (Ford Motor Co.) برخورد شده است.^{۳۲} این نکته را نباید از نظر دور داشت که در سیستمهای تولیدی انعطاف پذیر، طراحی، ارتباط - دادن صحیح دستگاهها و ماشینهای اتوماتیک به یکدیگر، ایجاد تعادل (Balancing) در خط تولید، تغییر وضعیت حاکم بر خط تولید و به یک بیان، امور مهندسی اهمیت فراوان دارد. این اهمیت به اندازه ای

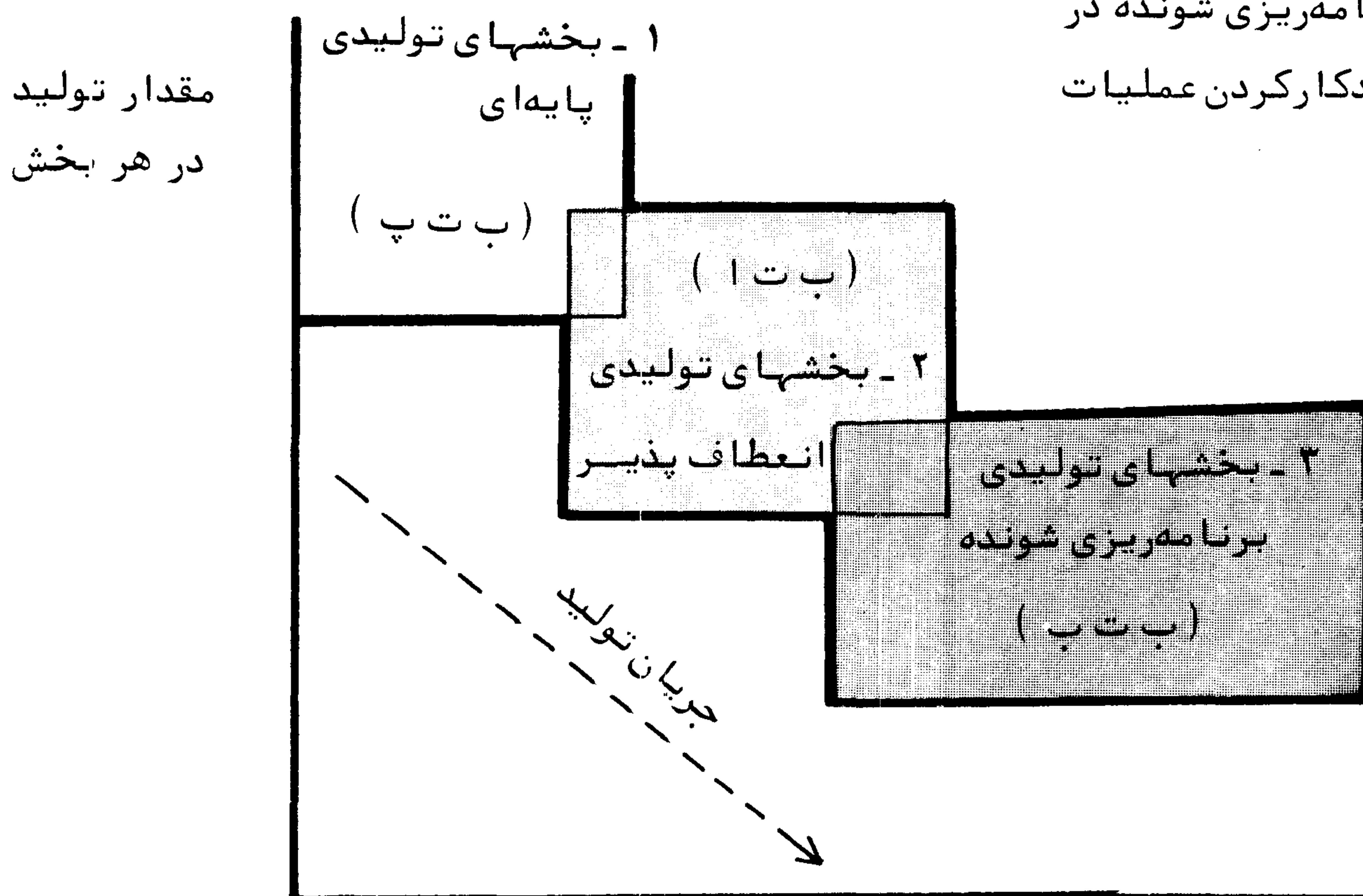


شکل ۲ - موقعیت بخشهای تولیدی انعطاف پذیر در واحدهای

تولیدی مبتنی بر خودکارکردن عملیات

تعداد قطعات تولید شده در خط تولید (که متعلق به محصول معینی است)

شکل ۳ - موقعیت بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده در واحدهای تولیدی مبتنی بر خودکار کردن عملیات



تعداد قطعات تولید شده در خط تولید (که متعلق به محصول معینی است)

است که می توان گفت از دو واحد تولیدی اتوماتیک که از هر جهت مشابه هم هستند آن واحد تولیدی موفقتر خواهد بود که فعالیت ، تجربه و دانش مهندسی بیشتری داشته باشد . با این حساب ، باید بپذیریم که سیستمهای تولیدی انعطاف پذیر ، زمینه رقابت واحدهای تولیدی را از صرف تولید به زمینه مهندسی کشانده اند^{۳۴} . موفقیت در زمینه مهندسی خطوط تولید اتوماتیک ، طراحی و متعادل ساختن خط تولید از جمله عواملی است که باعث افزایش سودآوری واحد تولیدی می شود .

۳ - بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده (ب ت پ) این بخشها در حد زیادی از داده های (Outputs) بخشهای تولیدی انعطاف پذیر به عنوان ستاده (Input) استفاده می کنند و مهمترین بخشهای واحد تولیدی اتوماتیک محسوب می شوند که به علت استفاده از ماشین آلات ، دستگاهها و تجهیزات اتوماتیک از قبیل ماشینهای NC ، کامپیوتر ، آدماهای آهنی ، سیستم CAM و ۰۰۰ قادر به تولید محصولات متعددی هستند و ویژگی مهم آنها قابل برنامه ریزی بودن آنهاست . خصوصیت برنامه ریزی خط تولید در واحدهای تولیدی اتوماتیک به طور بارز در این بخشها بروز می کند . بیشتر امکانات تولیدی

اتوماتیک در این بخشها با هدایت برنامه کامپیوتر کار می کنند و می توانند با تغییر برنامه تولید ، نوع کار خود را تغییر دهند . البته در دیگر بخشها نیز این امکان کم و بیش وجود دارد ، ولی همانگونه که اشاره شد ویژگی برنامه ریزی ، بیشتر متعلق به این بخش است و سایر بخشها تا این اندازه قابل برنامه ریزی نیستند . امکان برنامه ریزی در بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده ، سبب تغییر برنامه تولید و بروز امکان تولید محصولات متعدد می گردد و نیز باعث می شود واحد تولیدی از موقعیت ایستایی (Static) رها شود و وضعیت پویا (Dynamic) پیدا کند . دینامیک بودن خط تولید و رسیدن آن به حالت پویا ، اسباب استفاده های گوناگون را برای واحد تولیدی فراهم می سازد^{۳۵} . همچنین دینامیک بودن خط تولید ، با افزایش سودآوری ارتباط مستقیم دارد .

به طوری که از شکل ۳ پیداست بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده تقریباً " در وسط خط تولید اتوماتیک قرار دارند و قسمت مهمی از خط تولید را به خود اختصاص داده اند . به این جهت لازم است که برای حداقل سازی هزینه های کل تولید بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده به طور موثر (Effective) ،

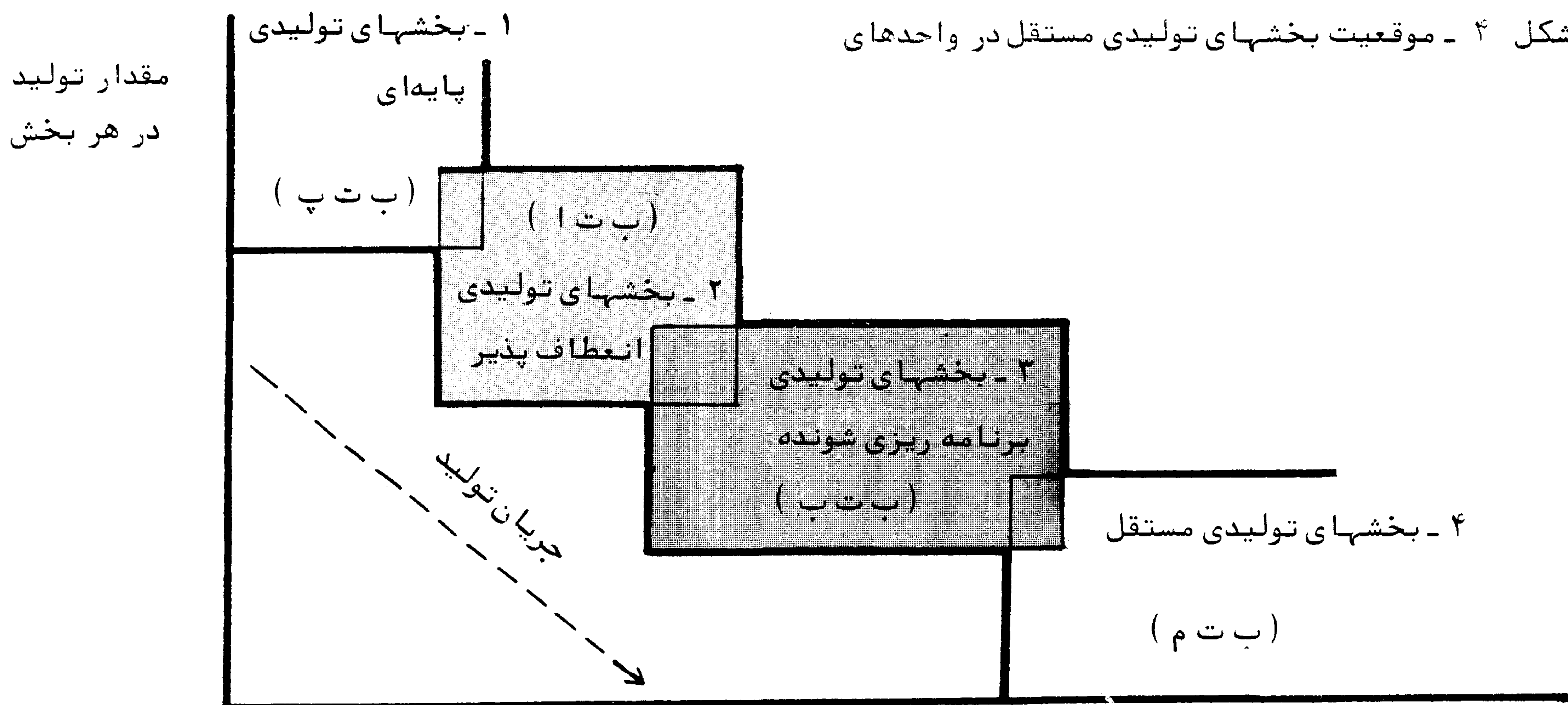
انعطاف‌پذیر و مخصوصاً "به شکل متعادل به کار پردازند". از آنجا که سرمایه گذاری در بخشهای تولیدی برنامه-ریزی شونده بسیار قابل توجه است، باید بر اثر استفاده موثر، سریع و همه جانبه از این سرمایه، هزینه سرمایه (Capital Cost) به حداقل کاهش یابد. در بخشهایی مانند بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده که کامپیوتر به صورت گسترده در آنها به کار می‌رود، موضوع متعادل ساختن (Balancing) خط تولید اهمیت اساسی دارد، زیرا در صورت نبودن تعادل مطلوب این ایستگاههای عملیاتی، زمانی که صرف یک عمل تولیدی می‌شود، باعث تاخیر سایر عملیات تولیدی و نهایتاً "موجب کاهش سرعت تولید و ظرفیت آن خواهد شد" که به دنبال خود افزایش هزینه های تولید رانیز به همراه خواهد داشت، بویژه اگر اهمیت بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده در خطوط تولیدی اتوماتیک در نظر آورده شود، تاثیر متعادل کردن و یا نبودن بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده بهتر معلوم خواهد شد، اما به جهت متعادل بودن بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده در بیشتر واحدهای تولیدی اتوماتیک، سهم بزرگی از سودآوری واحد تولیدی اتوماتیک به همین بخشهای برنامه ریزی شونده متعلق است. اصولاً "امتیاز واحدهای تولیدی اتوماتیک

از جهت سودآوری، بیشتر به این علت است که از حجم عظیم سرمایه گذاری موجود در بخشهای تولیدی برنامه-ریزی شونده به نحو احسن و با سرعت زیاد استفاده می‌شود.

۴ - بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م)

با ملاحظه شکل ۴ معلوم می‌شود که بخشهای تولیدی مستقل در پایان خط تولید اتوماتیک قرار دارند و تغییر احتمالی در طراحی محصول تولید شده، تغییری در کار آنها تقریباً "به وجود نمی‌آورد". به عبارت دیگر، نوع ماشین آلات و دستگاههایی که در بخشهای تولیدی مستقل به کار می‌رود عموماً "بسه گونه‌ای است که می‌تواند در جهت تحقق عملیات مختلف مورد استفاده قرار گیرد". بسیاری از ماشین-آلات و دستگاههای بخشهای مذکور به صورتهای گوناگون قابل بهره برداری است. اگر در بخشهای قبلی خط تولید اتوماتیک دیرکرد و معطلی در تولید وجود نداشته باشد هزینه بخشهای تولیدی مستقل از مقدار هزینه مورد انتظار و برنامه ریزی شده تجاوز نخواهد کرد. در صورتی که علاوه بر بخشهای تولیدی مستقل، سایر بخشهای خط تولید اتوماتیک نیز به یک سیستم کامپیوتری مرکزی قابل وصل باشند در این صورت، علاوه بر تامین یکپارچگی، انعطاف پذیری و

شکل ۴ - موقعیت بخشهای تولیدی مستقل در واحدهای



تعداد قطعات تولید شده در خط تولید (که متعلق به محصول معینی است)

کارکرد بالا در خط تولید، تصمیمات مدیریت به سهولت در خط تولید قابل اجرا خواهد بود. ولی این مهم است که تغییرات مربوط به پروسه های مختلف تولید از قبل قابل پیش بینی و بیان آنها به صورت ریاضی امکان پذیر باشد.^{۳۷}

II. عوامل اساسی در واحدهای اتوماتیک از نظر هزینه تولید

سودآوری در يك واحد تولیدی اتوماتیک، وقتی در حد بالایی خواهد بود که هزینه تولید و قیمت فروش محصول تولیدی فاصله قابل توجهی از هم داشته باشند. هر اندازه اختلاف قیمت فروش و هزینه ها بیشتر باشد مقدار سود نیز به همان میزان افزایش خواهد یافت. آنچه برای واحد تولیدی اهمیت دارد کنترل حجم هزینه هاست. توجه به این موضوع بسیار مهم می باشد بویژه اگر مدنظر باشد که عناصر هزینه بسیار متنوع است. هزینه ها امروزه در کانون اهمیت صنایع گوناگون قرار دارند.^{۳۸} این اهمیت گرچه مقداری به تنوع زیاد هزینه ها مربوط است ولی مقداری هم به نوع ماشین آلات، تجهیزات، روش محاسبه هزینه های مختلف و نیز به تورم قیمتتها بستگی دارد.^{۳۹} به يك

کلام باید اذعان نمود که هزینه ها با عوامل بسیار زیادی ارتباط دارند که برخی از آنها در داخل واحد تولیدی و بعضی دیگر در خارج واحد تولیدی قابل تشخیص است.

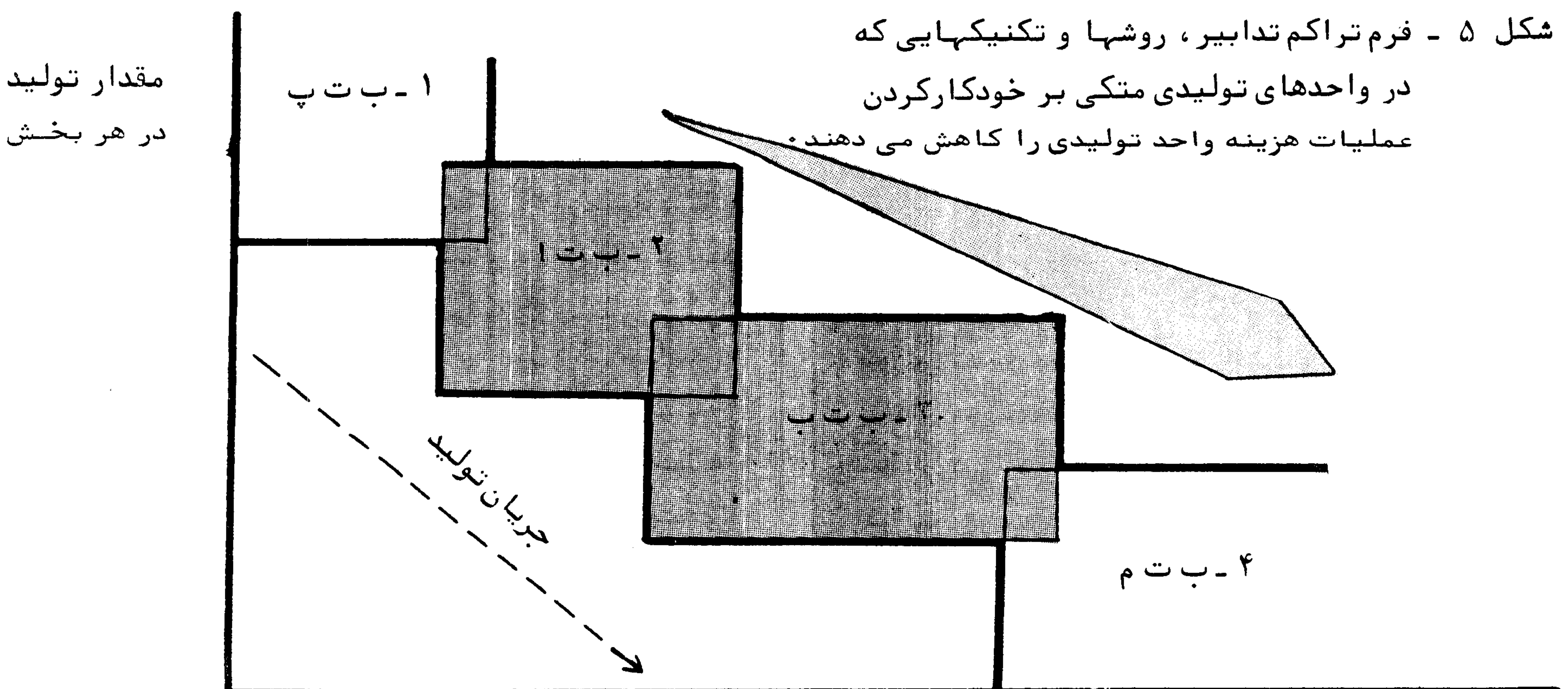
آنچه در يك واحد تولیدی اتوماتیک شایان توجه است مشخص کردن انواع هزینه ها و یا طبقه بندی آنها نیست بلکه تعیین عواملی است که در شکل گرفتن سود تاثیر می گذارد و در نتیجه، سود آوری را افزایش می دهد. این عوامل در خطوط تولید اتوماتیک با توجه به مراحل گوناگون، خصوصیات خط تولید و بخشای یاد شده خطوط تولید عبارتند از:

- ۱ - هزینه واحد تولید شده
 - ۲ - احتمال افزایش ظرفیت تولیدی
 - ۳ - انعطاف پذیری خط تولید
 - ۴ - سرمایه گذاریهای جدید در خط تولید
- اینکه به مطالعه این عوامل می پردازیم:

۱- هزینه واحد تولید شده

وقتی موضوع هزینه واحد تولید شده را در خط تولیدی اتوماتیک تجزیه و تحلیل کنیم، تعداد عوامل موثر در هزینه واحد تولید شده در حد خط تولید

شکل ۵ - فرم تراکم تدابیر، روشها و تکنیکهایی که در واحدهای تولیدی متکی بر خودکارکردن عملیات هزینه واحد تولیدی را کاهش می دهند.



قطعات تولید شده در خط تولید (که متعلق به محصول معینی است)

اتوماتيك محدود خواهد بود و بالطبع ، تعداد ايـن عوامل کمتر از زمانی خواهد بود که بخواهيم هزينه واحد توليد شده را در کل واحد توليدي اتوماتيك به اعتبار تمام بخشهای توليدي و غير توليدي مورد بررسی قرار دهيم . در حال حاضر ، شيوه تأثير گذاري خط توليد اتوماتيك بر واحد توليد شده از جهت هزينه آن مورد توجه است .

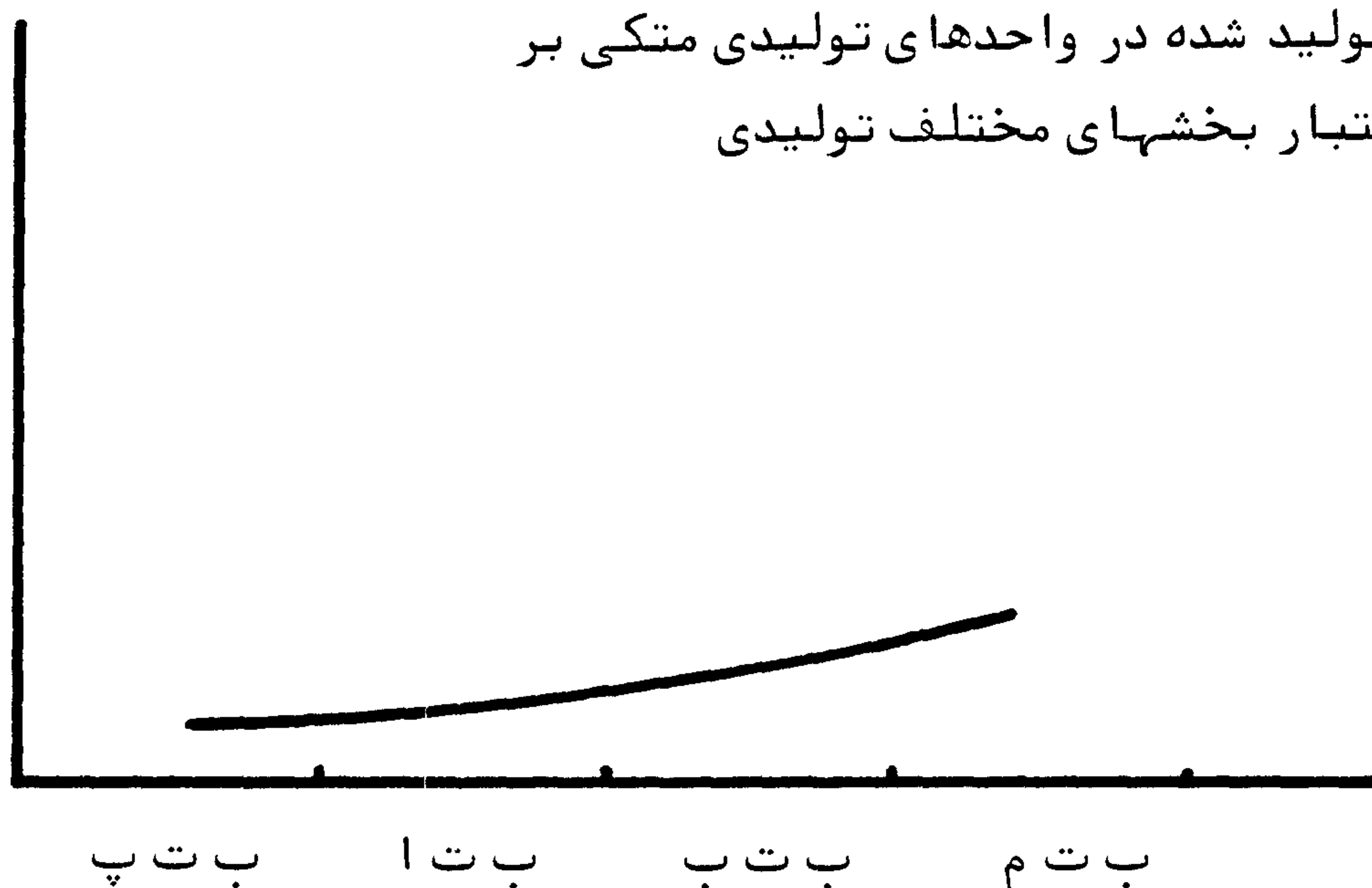
همانگونه که در شکل ۵ معين است اجزای اساسی و اوليه يك محصول که در خط توليد اتوماتيك توليد می شود ، ابتدا در بخشهای توليدي پايه ای که در آغاز خط توليد واقع هستند به وجود می آيد . محصولی که قرار است در خط توليد اتوماتيك توليد شود پس از گذشتن از مراحل گوناگون به آخرين مرحله توليد يعني به بخشهای توليدي مستقل می رسد . در بخش چهارم ، توليد محصول پايان می پذيرد و محصول ، شکل نهايي به خود می گيرد ، بدین معنا که قبل از بخشهای توليدي مستقل ، هنوز توليد محصول مورد نیاز به پايان نرسيده است . وقتی قطعات اوليه محصول خاصی در بخشهای توليدي پايه ای توليد شده و اين قطعات شروع به حرکت در خط توليد می کنند و از بخشهای موجود در خط توليد می گذرند تا به پايان خط توليد - يعني بخشهای توليدي مستقل - برسند ، تدريجاً " و همراه با حرکت در بخشهای گوناگون به شکل پايانی خود نزديک می شوند . زمانی که محصول مورد نظر به بخشهای توليدي مستقل رسيد و پاره ای عمليات لازم در بخش آخر انجام گرفت ديگر محصول ، هزينه توليد خود را می يابد ، يعني مقدار هزينه توليد آن معلوم می شود . بعبارت ديگر ، محصول تنها در بخشهای پايانی خط توليد شکل نهايي را می يابد و مقدار هزينه توليدي آن معلوم می شود و قبل از بخشهای توليدي مستقل نه محصول شکل نهايي خود را يافته و نه هزينه کل توليدي آن معلوم شده است ، بطوری که اگر از بخشهای توليدي مستقل به طرف ابتدای خط توليد يعني بخشهای توليدي پايه ای به عقب برگرديم هم محصول شکل نهايي را از دست می دهد و هم هزينه توليدي آن کمتر می شود . به صورتی که می توانيم بگويم در ابتدای خط توليد يعني در بخشهای توليدي پايه ای تنها بخشی از محصول موجود

است که اين هم بخشی از هزينه توليد را شامل می شود و وقتی بخشی از محصول و يا قطعاتی از محصول برای يافتن شکل نهايي خود به طرف بخشهای آخر شروع به حرکت کنند و از بخشهای موجود در خط توليد مثل ب ت ا و ب ت ب بگذرند کم کم ، هم به شکل نهايي خود نزديک می شوند و هم تدريجاً " هزينه توليد آنها رو به افزايش می گذارد تا در پايان خط توليد به حداکثر مقدار خود می رسد . به زبان ديگر ، هزينه محصول توليدي در ابتدای خط توليد اتوماتيك کم ، و در پايان آن حداکثر و يا کامل است . بنا بر اين به منظور کاهش هزينه واحد توليد شده بايد ، تدابير ، روشها و تکنیکهای لازم از ابتدا تا انتهای خط توليد اتوماتيك به همراه افزايش هزينه توليد متراکم شوند (شکل ۵) . زيرا هزينه توليدي يك محصول خط توليد اتوماتيك در ابتدای خط کم ، در وسط زياد و در پايان خط توليد حداکثر است معلوم است که هزينه کم ، امکان کاهش کمتر و هزينه زياد امکان کاهش بيشتري دارد . اصولاً " در بخشهای توليدي پايه ای مقدار و يا قطعات کمی از محصولی که قرار است توليد شود وجود دارد و امکان کاهش هزينه بسيار پايين است در صورتی که به موازات حرکت به سوی پايان خط توليد مقدار و يا قطعات بيشتري از محصولی که قرار است توليد شود ، نمايان می شود که هزينه بيشتري را در بردارد و امکان کاهش اين هزينه ها رو به افزايش می گذارد . بنا بر اين به نسبت افزايش هزينه ها (که در جهت تکامل محصول توليدي حاصل می شود) نسبت کاهش همان هزينه ها نيز افزايش می يابد . (شکل ۶)

بنا بر اين واحد توليدي اتوماتيك برای کاهش هزينه توليدي تمام تدابير ، روشها و تکنیکهای لازم را به صورتی که از ابتدای خط تا انتهای آن متراکمتر و زيادتر می شوند ، اعمال خواهد کرد . به بيان ديگر ، تمام روشها در جهت کنترل هزينه توليد به موازات افزايش هزينه توليد و يا به موازات تأمين محصول در خط توليد متراکمتر و قويتر خواهند شد ، يعني در واحدهای توليدي اتوماتيك به نسبت تکامل محصول توليدي که تکامل هزينه و يا تراکم سرمايه را به همراه دارد نیاز به کنترل هزينه از ابتدای خط توليد تا

شکل ۶ - نسبت کاهش هزینه واحد تولید شده در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات به اعتبار بخشهای مختلف تولیدی

نسبت کاهش
هزینه واحد
تولید شده



تولید به تدریج از اول تا آخر خط تولید اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، یعنی به اعتبار قطعاتی که یک محصول را به وجود می‌آورند و هم به اعتبار بخشهایی که با کارکرد خودشان سبب تولید محصول می‌شوند، کنترل هزینه تولید مستلزم اتخاذ تدابیر، روشها و تکنیکهایی است که از ابتدا تا به انتهای خط تولید متراکمتر شوند (شکل ۶) در صورتی که روشها و تکنیکهای مورد نیاز در بخشهای گوناگون خط تولید اتوماتیک به منظور کاستن از هزینه تولید به درستی اعمال شوند و این اعمال روشها و تکنیکها، بطوری که گفته شد، حالت تراکمی رو به افزایش از ابتدا تا انتهای خط تولید داشته باشد مقدار هزینه تولید کمتر و سودآوری بیشتر خواهد شد. منتهی به دلیل اینکه اگر کاهش هزینه ای صورت پذیرد به نسبت تراکم هزینه های خط تولید این کاهش، تراکمی افزایش یابنده از ابتدا تا انتهای خط تولید خواهد داشت و یا به عبارت دیگر، به دلیل اینکه احتمال کاهش هزینه در ب ت ب بیشتر از ب ت ا و همینطور احتمال کاهش هزینه در ب ت ا بیشتر از ب ت پ خواهد بود، پس می توان چنین نتیجه گرفت که سهم بخشهای گوناگون خط تولید اتوماتیک در افزایش سودآوری از اول خط تولید تا آخر آن افزایش خواهد داشت.

همچنین به این نکته نیز باید توجه داشت که در خطوط تولید اتوماتیک، استفاده مداوم از امکانات جدید تولید اتوماتیک و تطبیق آن با تکنولوژیهای مدرن از اهمیت ویژه ای برخوردار است و تاثیر مستقیم

انتهای خط تولید رو به افزایش و تراکم است. این موضوع از دیدگاه کاهش هزینه تولید بخودی خود ترتیب اهمیت بخشهای مختلف تولیدی را - که در خط تولیدی اتوماتیک واقع هستند - از قبیل ب ت پ، ب ت ا، ب ت ب و ب ت م پیش می‌کشد. با این توضیح که وقتی قطعاتی از یک محصول در ب ت پ قرار دارند کنترل کمتری از نظر کاهش هزینه تولید اعمال می‌شود، زیرا مقدار هزینه تولید هم از نظر عملیات تولیدی در این بخشها کم است در صورتی که میزان کنترل هزینه تولید در مرحله بعدی، یعنی در ب ت ا، نسبت به ب ت پ به اعتبار عملیات تولیدی افزایش پیدا می‌کند، زیرا هزینه تولید بالاتر می‌رود و یسا محصول به شکل نهایی نزدیکتر از مرحله پیشین شده است. در این صورت، اهمیت بخش تولیدی انعطاف پذیر (ب ت ا) از حیث کنترل هزینه تولید بیش از بخشهای تولیدی پایه ای (ب ت پ) خواهد بود و به همین ترتیب از نظر کنترل هزینه تولید ب اهمیت بیشتری نسبت به ب ت ا خواهد داشت. در نتیجه می توان گفت که به اعتبار بخشهای مختلف تولیدی از قبیل ب ت پ، ب ت ا، ب ت ب و ب ت م نیاز به کنترل هزینه از ابتدای خط تولید تا به انتهای آن اهمیت بیشتر و گسترده تر پیدا می‌کند. این اهمیت در بخشهای اولیه خط تولید کم است و به تدریج روبه پایان خط تولید، بر مقدار آن افزوده می‌شود (شکل ۶). بنابراین این چه به اعتبار محصول تولیدی وجه به اعتبار بخشهای گوناگون خط تولید اتوماتیک، کنترل هزینه

بر سودآوری خط تولید دارد. در غیر این صورت قدرت رقابت واحد تولیدی بر اثر افزایش هزینه ها رو به کاهش خواهد گذاشت، مثلاً در دهه ۱۹۵۰ صنایع آهن و فولاد ایالات متحده آمریکا چه به لحاظ تولید و چه از جهت تکنولوژی در دنیا در درجه اول بود ولی در دهه ۱۹۶۰ تا سال ۱۹۷۰ علی رغم سرمایه‌گذاریهای جدید این برتری حفظ نشد و صنایع آهن و فولاد ایالات متحده آمریکا به لحاظ راندمان تولید و همچنین از نظر حداقل هزینه تولید، پس از اتحاد جماهیر شوروی، جامعه اقتصادی اروپا و ژاپن در مقام چهارم قرار گرفت.^{۴۰} بطور کلی توجه به این نکته ضروری است که صنایع بزرگ و مدرن که دارای خطوط تولید بزرگ و پیچیده هستند از جهت کم کردن هزینه تولید هم شانس بیشتری دارند. امروزه این صنایع بزرگ و مدرن که قادر به تولید انواع محصولات هستند برای کاهش هزینه تولید به روش شبیه سازی (Simulation) متوسل می‌شوند تا بدین ترتیب بر مقدار سودآوری خود بیفزایند.

۲- احتمال افزایش ظرفیت تولیدی

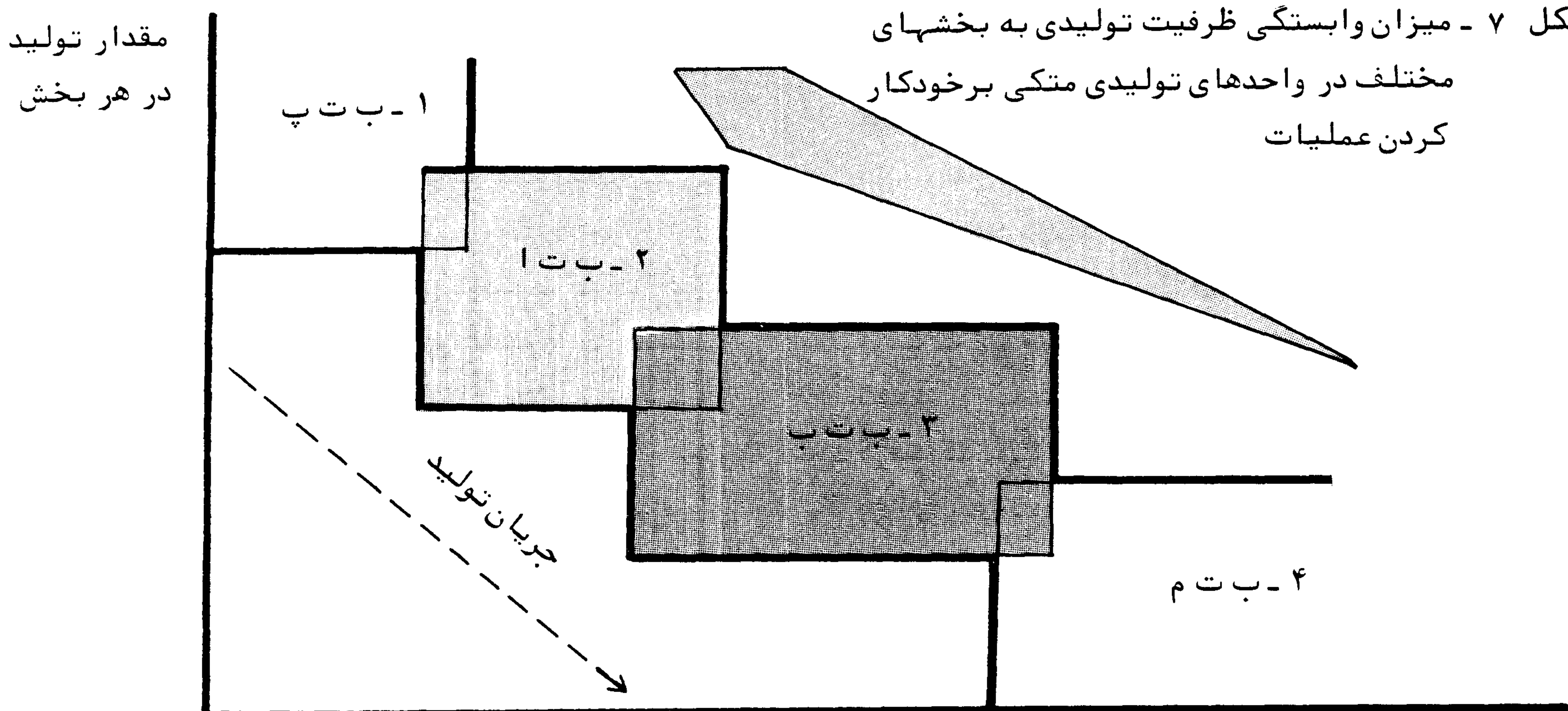
از جمله راههای افزایش سودآوری در خطوط

تولیدی، که بطور اتوماتیک کار می‌کنند، افزایش ظرفیت تولیدی است. در صورت وجود بازار فروش به میزانی که ظرفیت تولیدی در خطوط تولیداتوماتیک افزایش می‌یابد میزان سودآوری نیز رو به افزایش می‌گذارد. اما افزایش ظرفیت تولیدی به عوامل زیادی بستگی دارد که تمام آنها زیر عناوین سرمایه، نیروی کار و سازماندهی قابل جمع است. در صورتی که در هر یک از عوامل سرمایه، نیروی کار و سازماندهی، بهبود و پیشرفتی حاصل شود، این امر به بهبود و توسعه ظرفیت تولیدی منجر می‌گردد.^{۴۲} در خطوط تولیدی اتوماتیک بهبود و پیشرفت نسبت به هر سه عامل، محتمل الوقوع است.

در خطوط تولیدی اتوماتیک، علاوه بر سه عامل یادشده، توجه به این نکته مهم است که تمام بخشهای مختلف خطوط تولید اتوماتیک به یک نسبت قادر به افزایش ظرفیت تولیدی نمی‌باشند بلکه قدرت افزایش ظرفیت تولیدی نسبت به بخشهای گوناگون خط تولید، متفاوت است.

همانگونه که قبلاً اشاره شد، وقتی محصول تولید شده به بخشهای تولیدی مستقل می‌رسد بعد از انجام پاره ای عملیات محصول شکل نهایی خود را در این

شکل ۷ - میزان وابستگی ظرفیت تولیدی به بخشهای مختلف در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات



قطعات تولید شده در خط تولید اتوماتیک (که متعلق به محصول معینی است)

شکل ۸ - احتمال افزایش ظرفیت تولیدی در واحدهای متکی بر خودکار کردن عملیات به اعتبار بخشهای مختلف تولیدی



محصول معین وجود دارد و به این دلیل ، امکان تغییر و تحول در این بخشها به منظور افزایش ظرفیت تولیدی خیلی بیشتر از سایر بخشهاست و در واقع ، بخشهای تولیدی پایه ای در ابتدای يك محصول معین واقع هستند و به این جهت حداکثر توانایی تغییر و تحول یافتن را برای افزایش ظرفیت تولیدی از خود نشان می دهند ، در این صورت باید گفت که به منظور افزایش ظرفیت تولیدی حداکثر تدابیر و فعالیتها باید در ابتدای خط تولید متمرکز باشند و به دلیل اینکه با نزدیک شدن به پایان خط تولید ، محصول مورد نظر شکل نهایی به خود می گیرد ، امکان تغییر و تحول و به تبع آن میزان تدابیر و فعالیتها در جهت افزایش ظرفیت تولیدی کاهش پیدا می کند .

به این ترتیب باید اذعان داشت که از انتهای خط تولید اتوماتیک تا ابتدای آن ، اهمیت بخشهای مختلف به منظور افزایش ظرفیت تولیدی رو به افزایش می گذارد به طوری که اهمیت بخشهای پایانی خط تولید از حیث افزایش ظرفیت تولیدی کم ، و اهمیت بخشهای اولیه بیشتر است و به این مناسبت ، تراکم فعالیتهایی که برای افزایش ظرفیت تولیدی

بخشها پیدا می کند و کل هزینه تولید آن در اینجا معلوم می شود . در بخشهای پایانی خط تولید یعنی در ب ت م نمی توان به عملیاتی متوسل شد که يك محصول به چند محصول تبدیل شود و یا به عبارت دیگر نمی توان کاری کرد که ظرفیت تولیدی افزایش یابد ، زیرا هر محصول از ابتدای خط تولید وقتی به تدریج به ب ت م نزدیک می شود به همان نسبت شکل نهایی خود را پیدا می کند ولی در بخشهای قبلیتر یعنی در بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده (ب ت ب) محصول تولیدی به شدت ب ت م شکل نهایی خود را نیافته و باید پس از انجام عملیات و یا اضافه شدن قطعاتی به فرم نهایی خود نزدیک شود . بنابر این امکان تغییر و تحول در آن تا حدود کمی وجود دارد . به همین صورت در ب ت ا (بخشهای تولیدی انعطاف پذیر) محصول تولیدی از شکل نهایی خود نسبت به بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده خیلی دورتر است و امکان تغییر و تحول در آن بالنسبه زیادتر است . اگر به همین ترتیب به اول خط تولید یعنی به بخشهای تولیدی پایه ای (ب ت پ) برسیم باید گفت که در ب ت پ اصولاً هنوز محصولی شکل نگرفته و تنها قطعاتی از يك

صورت می‌پذیرد باید از انتها به ابتدای خط تولید متراکمتر و بیشتر باشد. به عبارت دیگر، اگر با اتخاذ تدابیر و یا ایجاد سازماندهی جدید، حجم تولید بخشهای تولیدی پایه ای افزایش یابد بخشهای بعدی یعنی بخشهای تولیدی انعطاف پذیر می‌توانند با استفاده از داده های اضافیتر تولید بیشتری را امکان پذیر سازند و طبیعی است متحقق ساختن این تولید اضافی نیز مستلزم تغییر و تحولات جدید در بخشهای مربوط خواهد بود. در نهایت، آنچه می‌توان اظهار داشت این است که احتمال افزایش ظرفیت تولیدی در بخشهای تولیدی پایه‌ای زیاد و در سایر بخشها به ترتیب که به آخر خط تولید نزدیک می‌شویم، کم و کمتر است (شکل ۸).

بنابر این اگر یک واحد تولیدی اتوماتیک در نظر داشته باشد راندمان و ارزش افزوده سرانه خط تولید را از طریق افزایش ظرفیت تولیدی با لا^{۴۳} ببرد باید بیشتر فعالیت و تغییر و تحولات را در بخشهای اولیه و وسطی خط تولید متمرکز سازد زیرا بخشهای پایانی خط تولید اتوماتیک از حیث افزایش ظرفیت تولیدی نقش چندانی ندارند.

وقتی واحد تولیدی اتوماتیک، به افزایش ظرفیت تولیدی اقدام می‌کند موضوع تکنولوژی نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌شود چنانچه تکنولوژی که بر اساس آن ظرفیت تولیدی افزایش می‌یابد از حیث منبع آن موجود و در دسترس باشد ضمن آنکه توسعه آن تکنولوژی در جهت اهداف تولیدی میسر خواهد شد در عین حال، مشکلات مختلف اقتصادی از طریق همان^{۴۴} تکنولوژی قابل هضم خواهد بود.

در کنار افزایش ظرفیت تولیدی، واحد تولیدی اتوماتیک مجبور است پیوسته موضوع تداوم تقاضا برای محصول تولیدی را نیز مد نظر داشته باشد. ظرفیت تولیدی همواره باید به همراه تقاضا قابل تعدیل باشد. به علاوه، واحد تولیدی باید به عنوان شرایط و عوامل مربوط به خود،

۱ - به درجه کاربرد ظرفیت تولیدی

۲ - سطح محصول ذخیره شده

۳ - تغییرات مربوط به تقاضای بازار

توجه کند. در صورتی که در هر یک از عوامل نامبرده مشکلاتی بروز نماید در پی آن، هزینه تولید رو به افزایش خواهد گذاشت. برای افزایش سود دهی خط تولید لازم است که هر سه عامل با یکدیگر و به شکل متعادل مورد بررسی قرار گیرند، در حالی که خط تولید مسائل و مشکلات مربوط به سه عامل یاد شده را به صورت متوازن درآورد، به همان میزان موفق و سودآور خواهد بود.^{۴۵}



1-Gene Bylinsky, "The Next Industrial Revolution", "Working Smarter". editor: The editors of Fortune. Penguin Book. Ltd., New York. 1984. P.23

2-D. Keith Denton, "Lessons on Applying High Technology: The Paul Mueller Company," Society for Advancement of Management (SAM), No. 1, Winter 1986, P.4

3-Gene Bylinsky, OP. Cit., P.22

4-Prototype

5-Deborah J. Harris, "CAD/CAM, US CAD/CAM Industry: Bright Future In Foreign Markets", Business America, July 6, 1987, P.3

6-Mechanical Design Systems

7-Electrical and Electronical Design Systems: E/E

8-Architectural/Engineering/Construction Systems: A/E/C

9-Cartography Systems

10-Deborah J. Harris, OP. Cit., P.3

11-Ibid

12-Computer-Integrated Manufacturing

13-Mariann Jelinek and Joel D. Golhar, "The Interface Between Strategy and Manufacturing Technology", Columbia Journal of World Business, Vol. XVIII, No.1. Spring 1983, P.28

14-L. Lossiyevskil, "The Tasks Involved in The Automation of Production Processes", "The Automation of Production Processes", editor: V.L. Lossiyevskil, Pergamon Press, Oxford, 1963, P.5

15-Ibid

16-Stephen J. Andriole, editor, "The Future

- " Fundamentals of Business Analysis ",
Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1970 ,
P.168
- 32-Business Week, " A Work Revolution In U.S.
Industry ", " American Industry ", editor:
Vernon Whitford, The H.W. Wilson Com -
pany, New York, 1984, P.190
- 33-Ibid
- 34-Ramchandran Jaikumar, " Industrial Manufactur-
ing ", Harvard Business Review, November-
December 1986, P.69
- 35-Moshe Seniedovich, " Analysis of A Preference
order Assembly Line Problem", Management
Science, Vol. 27, No.9, September 1981,
P.1076, 1080
- 36-John A. Brown, " Computers and Automation ",
Arco Publishing Company, New York, 1978,
P.204
- 37-Stephen A. June and others, " The Auto-
matic Factory, A Critical Examination",
Instruments Publishing Company, Pitsburg,
1955, P.8
- 38-Yüksel Koc, " Sanayi İşletmelerinde Standart
Maliyetler Andara Üniversitesi, SBF Yayini ,
1972, P.13, 184
- 39-Ibid
- 40-Walter Adams, "The Structure of American
Industry", Sixth edition, Macmillan Publishing
Co., Inc., 1982, P.73-77
- 41-Cf:
Odd Longholm, "Full Cost and Optimum
Price", Universitets for Laget, Denmark ,
1969, P.14-15
Halil Sariaslan, "Sıra Bekleme Sistemlerinde
Simulasyon Teknigi", Ankara Ün., SBF
Yayini, 1986, P.39
- 42-M. Tamer Müftüoğlu, Op. Cit., P.27
- 43-Erhan Yildirim, "Serbest Piyasa Ekonomisi
ve Ölçek Sorunu", Dünya Gazetesi, 18
Haziran 1987, P.7
- 44-Paul A. David, "Technical Choice, Innovation
and Economic Growth", Cambridge University
Press, 1975, P.4
- 45-Martin Shubik and Richard Levitan, "Market
Structure and Behavior", Harvard Univer -
sity Press, 1980, P.106-110
- of INformation Processing Technology",
Petrocelli Books, New Jersey, 1985, P.
4-5
- 17-Daniel I. Okimoto, T. Sugano and F.B.
Weintein, editors, "Computer Edge, The
Semiconductor Industry In The U.S. and
Japan", Stanford University, Califor -
nia, 1984, P.161
- 18-The Japan Economic Journal, " Factory
Automation", Special Survey, Autumn ,
1987, P.32
- 19-Computer Aided Engineering
20-Local Area Networks
21-The Japan Economic Journal, Op. Cit.,
P.32
- 22-Grabbe Eugene M., editor, "Automation
In Business and Industry", John Wiley
and Sons, Inc., 1957, P.7
- 23-Vernon Whitford, "Productivity and American
World Competitiveness", "American Industry",
editor: Vernon Whitford, The H.W. Wilson
Company, New york, 1984, P.94
- 24-Efrem Sigel and others, "The Future of
Videotext", Prentice-Hall International,
Inc., London, 1983, P.170
- 25-U.S. Congress, office of Technology
Assessment, "Intellectual Property Rights
In An Age of Electronics and Information",
U.S. Government Printing office, Washington
D.C., 1986, P.20-21
- 26-Joan Woodward, "Industrial Organization
Theory and Practice", Oxford University
Press, 1965, P.40-42
- 27- Richard J. Schonberger, "Frugal Manufactur -
ing", Harvard Business Review, No. 5 ,
September-October 1987, P.ES35
- 28-Ibid
- 29-Richard J. Tersine, "Production/operation
Management:Concepts, Structure and Analysis",
Elsevier North Holland, Inc., New york,
1980, P.9
- 30-M. Tamer Müftüoğlu, "Sanayi İşletmelerinde
14-Üretim Kapasitesi", Ankara Üniversitesi,
Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayini, 1978,
P.45-46
- 31-Howard B. Baltz and Richard B. Baltz ,