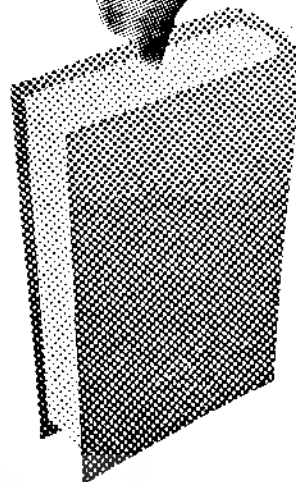


(۳)



## خودکار کردن عملیات و سود آوری

### آنچه گذشت:

از عوامل موثری که در خطوط تولید اتوماتیک با توجه به مراحل گوناگون، خصوصیات خط تولید و بخشهای یاد شده خطوط تولید موجب شکل گرفتن سود می‌شد به دو مورد از موارد ۴ گانه زیر

۱- هزینه واحد تولید شده

۲- احتمال افزایش ظرفیت تولید

۳- انعطاف پذیری

۴- سرمایه‌های جدید در خط تولید

در شماره گذشته پرداختیم و اینک به تشریح دو قسمت باقیمانده می‌پردازیم.

### ۳- انعطاف پذیری

احتیاج يك واحد تولیدی اتوماتیک به انعطاف پذیری خط تولید بیشتر به علت وجود عوامل تغییر یابنده‌ای است که از داخل و یا خارج

واحد تولیدی سرچشمه می‌گیرند و یا در طول زمان بروز می‌کنند. این عوامل تغییر یابنده، به دلیل اینکه بطور مستقیم و یا غیرمستقیم فعالیت‌های گوناگون واحد تولیدی اتوماتیک را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مورد توجه هستند. احتیاج يك واحد تولیدی اتوماتیک به انعطاف پذیری خط تولیدی اصولاً به این علت است که واحد تولیدی می‌باید خود را با شرایط و وضعیت جدیدی که عوامل تغییر یابنده به وجود می‌آورند تطبیق دهد. در صورتی که در خطوط تولیدی اتوماتیک:

۱- تغییراتی در تجهیزات و ماشینهای تولیدی صورت پذیرد.

۲- سازمان واحد تولیدی تغییر یابد.

۳- وجه نظر، دیدگاه و یا سلیقه مصرف کنندگان دچار تحول گردد. و همچنین زمانی که

۴- حجم اطلاعات و دانش تولید واحد تولیدی تغییر یابد. (۱) این احتمال پیش می‌آید که در خط تولید اتوماتیک پاره‌ای تغییر و تحولات، اجتناب ناپذیر شود. در حالت کلی، انعطاف پذیری و یا امکان تغییر یابندگی خط تولید به سه عامل عمده بستگی دارد: (۲)

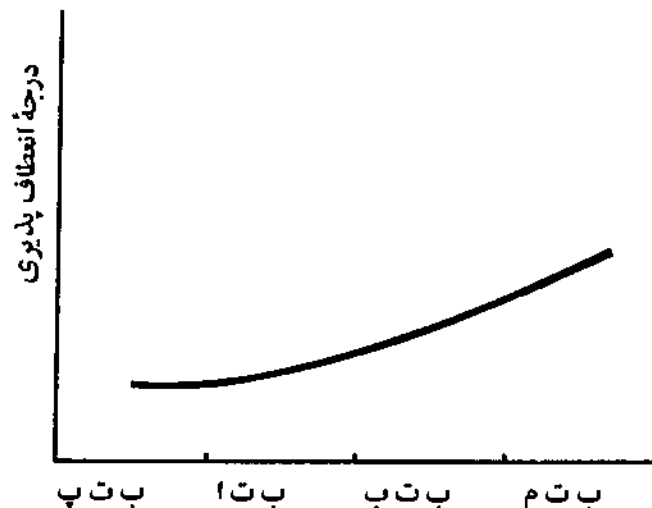
۱- فرصت مناسب = در يك واحد تولیدی، وقایعی چون پیش آمدن مراحل جدیدی در علم و فن، پدیدار شدن ابعاد جدید در تکنولوژی، معلوم بودن برنامه و هدفهای توسعه واحد تولیدی از قبل، تخصیص روند و امکانات جدید تولیدی در سایر صنایع، ممکن است فرصت مناسبی برای پدیدار شدن تغییر در خط تولید باشد.

۲- امکاناتی که زمینه ساز تغییرند = عواملی از قبیل امکانات مالی گسترده، پرسنل با تجربه، بالا بودن سطح تحصیلات و نوع سازماندهی می‌توانند زمینه ساز تغییر در خط تولید باشند.

۳- عواملی که مشوق تغییرند = عواملی از قبیل وجود رقابتهای فشرده بین صنایع و واحدهای تولیدی، بالا بودن قیمت پاره‌ای از عوامل تولیدی و موجودیت بعضی احکام و قوانین که در ارتباط با تولید و صنایع هستند، می‌توانند مشوق واحدهای تولیدی در تغییر خط تولید خود باشند. بطور کلی وقتی احتیاجات مربوط به انسان و یا شرایط ناظر به تولید و محیط زیست متحول می‌شود واحدهای تولیدی در طول زمان و تدریجاً به تغییر و تحول احساس نیاز پیدا می‌کنند (۳). امروز، تولید انعطاف پذیر و پر بازده که بعضاً به احتیاج عصر حاضر تفسیر شده، عموماً نه در واحدهای تولیدی بسیار بزرگ بلکه در واحدهای تولیدی متوسط و کوچک میسر است. (۴)

بطوری که قبلاً اشاره شد، بخشهای تولیدی مستقل ماشین آلات و تجهیزاتی دارند که می‌توانند برای اهداف گوناگون بکار روند به همین جهت وقتی در طراحی محصول تولیدی خط تولید اتوماتیک تغییراتی بوجود آید بخشهای تولیدی مستقل دچار تغییر نمی‌شوند به این جهت می‌توان بخشهای تولیدی مستقل را دارای انعطاف تولیدی بالا بشمار آورد.

بخشهایی که قبل از ب ت م هستند یعنی بخشهای تولیدی



شکل ۲- وضعیت افزایش درجه انعطاف پذیری در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات به اعتبار بخشهای مختلف خط تولید

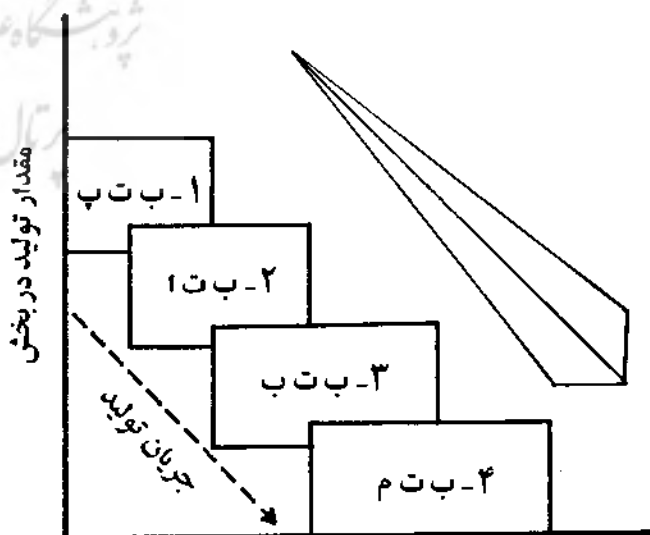
آن دسته از واحدهای تولیدی اتوماتیک، که دارای تکنولوژی تولید پیشرفته هستند، علاوه بر آنکه باید در خطوط تولید به انعطاف پذیری و هماهنگی (Coordination) سنگینی دهند می باید به انعطاف پذیری و هماهنگی سایر فعالیتها در دیگر واحدهای سازمان اهمیت دهند. بویژه اگر تکنولوژی تولید پیشرفته از راه انتقال تکنولوژی به دست آید باید ارتباط و هماهنگی مداوم با منشأ انتقال دهنده تکنولوژی در جهت تأمین انعطاف پذیری خط تولید و رفع نیازهای مربوط به سخت افزار و نرم افزار خط تولید وجود داشته باشد (۵).

#### ۴- سرمایه گذاریهای جدید.

در واحدهای تولیدی اتوماتیک به جهت کارکرد زیاد و سرعت تولید، بازگشت سرمایه، سریع و میزان سودآوری بالاست. به این سبب بیشتر اوقات میل به سرمایه گذاریهای جدید در خطوط تولید اتوماتیک وجود دارد. علاوه بر این خصوصیت اصولاً امروزه اقدام به تولید سودآور و اقتصادی عموماً مستلزم سرمایه گذاری قابل توجه است که از آن می توان به گرانی سرمایه گذاری یاد کرد. در بسیاری از صنایع امکان تولید موفقیت آمیز، کارکرد بالا، تحصیل کیفیت تولیدی خوب و موفقیت در بازار، رقابت سرمایه گذاری بر ماشین آلات و تجهیزات را ایجاد می نماید (۶). دلیل اینکه در صنایع و واحدهایی که از تکنولوژی مدرن استفاده می کنند، پروسه های عملیاتی، ماشین آلات تجهیزات، اپراتورها و مهندسان از اهمیت ویژه ای برخوردارند، این است که در این صنایع و واحدها، بُعد تکنیکی و عملی با اهمیتی که دارد تنها با سرمایه گذاریهای سنگین قابل دسترسی است (۷). لذا نتیجه این سرمایه گذاریهای مهم در ارتباط با جنبه های تکنیکی و عملی و یا

برنامه ریزی شونده به سبب استفاده از سیستمهای تولیدی برنامه ریزی شونده و انعطاف پذیر می توانند برای انجام دادن عملیات تولیدی مختلف با تغییر برنامه نوشته شده به عملیات جدید تولیدی بپردازند تا اینکه هزینه تولید کم شود و یا محصول جدید با طراحی نو تولید شود. به این سبب واحدهای تولیدی برنامه ریزی شونده به دلیل اینکه با تغییر برنامه کامپیوتر و دستگاههای اتوماتیک مختلف می توانند عملیات تولیدی خود را تغییر دهند، دارای انعطاف تولیدی قابل توجهی هستند ولی این انعطاف بدان انعطاف ب ت م نمی باشد یعنی کمتر از آنهاست. انعطاف بخشهای تولیدی انعطاف پذیر که قبل از بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده واقع هستند به دلیل نزدیکی به ابتدای خط تولید کمتر از ب ت م است. انعطاف تولیدی بخشهای تولیدی پایهای به علت آنکه در ابتدای یک نوع محصول معین قرار دارند خیلی کم است. به این ترتیب، وقتی محصولی در یک خط تولید اتوماتیک تولید می شود و تغییراتی در طراحی آن بوجود می آید، کمترین انعطاف را ب ت م و بیشترین انعطاف را ب ت م خواهد داشت. به عبارت دیگر، انعطاف تولیدی در خطوط تولیدی اتوماتیک از ابتدا تا انتهای خط تولید در حال افزایش است.

به این جهت برای تأمین انعطاف هر چه بیشتر می باید تدابیر، روشها و تکنیکهای مربوط از ابتدا تا انتهای خط تولید به شکل افزایش یابنده در نظر گرفته شود (شکل ۱) زیرا در نهایت، درجه انعطاف پذیری بخشهای مختلف خط تولید اتوماتیک یکسان نیست بلکه به اعتبار خصوصیات اساسی بخشهای گوناگون خط تولید، هر بخشی تا حد مشخصی انعطاف پذیر است و درجه انعطاف پذیری بخشها از ابتدای خط تولید تا انتهای آن در حال افزایش است (شکل ۲).



شکل ۱- تغییر وضعیت انعطاف پذیری بخشهای گوناگون تولیدی در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات (که متعلق به محصول معینی است)

کاربردی باید مورد بررسی واقع شود؛ مثلاً باید مشخص شود که از سیستم خاصی چون سیستم کامپیوتری (و یا داده پردازی) که برآثر سرمایه گذارهای سنگین به دست می آید چه ویژگیهایی مورد انتظار است و این سیستم چه تواناییهایی دارد، کدامیک از مشکلات به وسیله این سیستم قابل رفع است و این سیستم چه تسهیلاتی را فراهم می کند (۸). افزون بر این لازم است علاوه بر جنبه های سخت افزاری سرمایه گذاری بر جنبه های نرم افزاری نیز تأکید شود. سخت افزارهای سیستمهای تولیدی اتوماتیک پس از نصب و راه اندازی، تکیه فراوان بر نرم افزار و خدمات تعمیراتی دارند. بدین لحاظ به همراه جنبه های سخت افزاری سرمایه گذاری، باید جنبه های نرم افزاری و خدماتی تعمیراتی نیز مورد نظر باشد (۹). از آنجا که در واحدهای تولیدی اتوماتیک میزان سود دهی (productivity) چشمگیر است در این واحدها عموماً توسعه خط تولید از طریق سرمایه گذاری جدید امر مطلوبی بشمار می آید (۱۰). اما لازم است، برای سرمایه گذارهای جدید مطالعات همه جانبه و مشکلات احتمالی آتی در نظر آورده شود. بر طبق بررسیهای انجام شده معلوم گردیده که در بسیاری از شاخه های صنایع از قبیل صنایع شیمیایی، صنایع میکرو کامپیوتر، صنایع پتروشیمی و صنایع دفاع بعضی از پروژه ها به سبب مشکلات مالی متوقف شده است. از جمله دلایل این امر می توان به مواردی این چنین اشاره کرد: (۱۱)

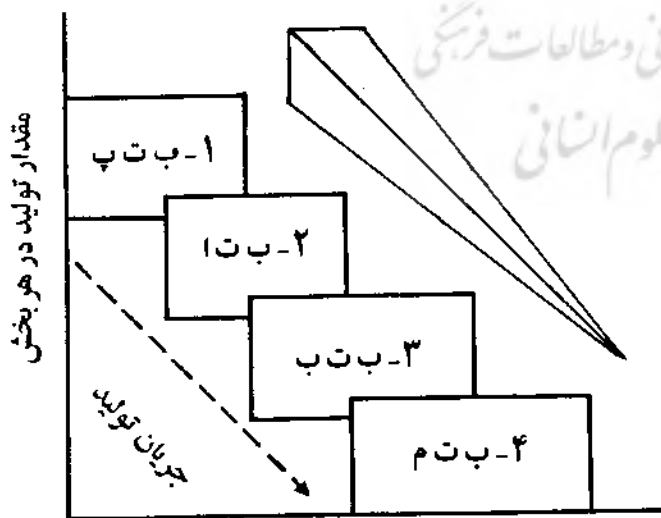
- ۱- جاذبه سودآوری پروژه گاهی مانع از آن می شود که عامل ریسک بطور گسترده مطالعه شود.
- ۲- بعضی از عوامل مؤثر در پروژه از حیث وسعت تأثیر و بزرگی پروژه کمتر قابل ارزیابی هستند و تأثیر آنها با گذشت زمان مشخصتر می شود.
- ۳- گاهی در تحقق پروژه چند مؤسسه مختلف عهده دار انجام دادن وظایف می شوند و برآثر عدم هماهنگی و مشکلات تنوع دیگر پروژه غیر قابل اجرا می گردد.

در مورد سرمایه گذاری در خطوط تولید اتوماتیک، این نکته نباید از نظر دور داشته شود که برخلاف خطوط تولید غیر اتوماتیک خطوط تولید اتوماتیک از نظر تقلیل مقدار تولید، ریسک زیادی را به همراه می آورند. اگر مشکلاتی از نظر فروش در واحدهای تولیدی غیر اتوماتیک پیش آید، تقلیل مقدار تولید در این نوع واحدها معمولاً وضعیت حساس بوجود نمی آورد. به عبارت دیگر، در واحدهای تولیدی غیر اتوماتیک از نظر تقلیل مقدار تولید، خط تولید ریسک پذیر است (۱۲). در صورتی که در واحدهای تولیدی اتوماتیک فرض بر آن است که تقلیل قابل توجهی در تولید پیش نخواهد آمد و حداقل تا شش ماه الی یک سال دیگر سطح تولید پایین نخواهد آمد؛ یعنی خط تولید در واحدهای تولیدی اتوماتیک ریسک پذیر نیست (۱۳). واحدهای تولیدی اتوماتیک قبل از سرمایه گذارهای جدید باید از ادامه فروش خود تا مدت معینی اطمینان حاصل کند.

وقتی یک واحد تولیدی اتوماتیک قصد داشته باشد حجم تولید خود

را از طریق سرمایه گذارهای جدید در خط تولید متحقق سازد حتی الامکان در بخشهایی از خط تولید به سرمایه گذاری خواهد پرداخت که ظرفیت تولیدی را به نحو احسن افزایش دهد. همانگونه که پیشاپیش اشاره شد در بخشهای پایانی خطوط تولیدی اتوماتیک یعنی در بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م) تعداد عملیات تولیدی کم است و در این بخشها محصول تولیدی شکل نهایی خود را پیدا می کند. اگر در این بخشها سرمایه گذاری شود تأثیر چندانی بر ظرفیت تولیدی نخواهد داشت بلکه برای افزایش ظرفیت تولیدی لازم است که عمده سرمایه گذاری در بخشهای نخستین خط تولید اتوماتیک انجام پذیرد؛ زیرا بخشهای تولیدی پایه ای در ابتدای تولید یک محصول قرار دارند و برای محصول بیشتر می باید توان عملیات تولیدی بخشهای تولیدی پایه ای (ب ت پ) افزایش یابد تا این که بخشهای بعدی، یعنی بخشهای تولیدی انعطاف پذیر (ب ت ا) با دریافت ستادهای (in puts) بیشتر، قادر به تولیدات زیادتر باشند و از این طریق حجم تولید روبه افزایش بگذارد. با این حساب برای افزایش ظرفیت تولیدی باید عمده سرمایه گذاری در ابتدای خطوط تولید اتوماتیک صورت پذیرد و رفته رفته و به میزان نزدیکی به پایان خط تولید، مقدار این سرمایه گذاری کاهش یابد (شکل ۲) زیرا به همان میزان که به پایان خط تولید اتوماتیک نزدیک می شویم قدرت تولیدی خط تولید کاهش می پذیرد.

به عبارت دیگر، به منظور افزایش ظرفیت تولیدی از طریق سرمایه گذارهای جدید، وضعیت جذب سرمایه گذاری از سوی بخشهای متفاوت خط تولید یکسان نیست. برای افزایش ظرفیت تولید درجه سرمایه گذاری در بخشهای تولیدی پایه ای (ب ت پ) باید بیشتر از سایر بخشها باشد و این درجه سرمایه گذاری با حرکت به سوی پایان خط تولید باید کاهش پیدا کند (شکل ۴). دلیل این امر عمدتاً با خصوصیات و موقعیت هر بخش ارتباط دارد. همانگونه که اشاره رفت



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

شکل ۲- مقدار سرمایه گذارهایی که در بخشهای گوناگون خط تولید در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات برای افزایش ظرفیت تولیدی قابل جذب هستند

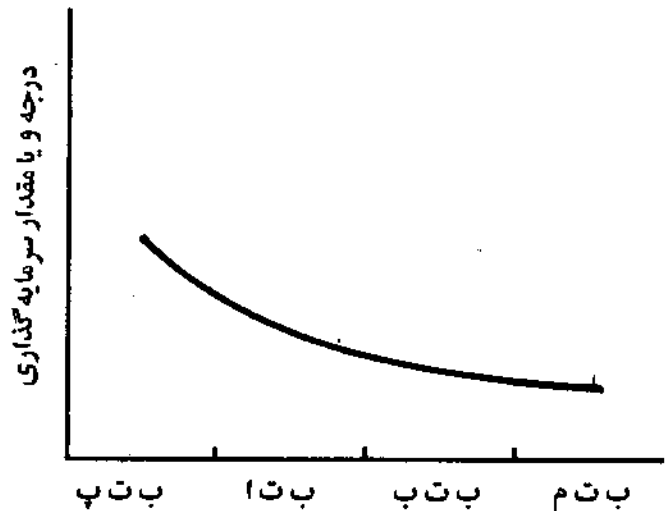
## ۵- بررسی همزمان هزینه واحد تولید شده، احتمال افزایش ظرفیت تولیدی، انعطاف پذیری و سرمایه‌گذاریهای جدید در خطوط تولیدی اتوماتیک

تا به حال چهار عامل تأثیرگذار بر سودآوری خطوط تولیدی اتوماتیک، یعنی هزینه واحد تولید شده، احتمال افزایش ظرفیت تولیدی، انعطاف پذیری و سرمایه‌گذاریهای جدید مورد بررسی قرار گرفت و یکبار، نحوه تأثیرگذاری آنها قبلاً بیان گردید. اما این نکته از نظر کلیت خط تولید اتوماتیک اهمیت دارد که این چهار عامل چگونه و به چه شکل باید ترکیب یابند تا سودآوری خط تولید اتوماتیک به صورت هر چه بهتر و یا بشکل بهینه تأمین شود.

به منظور بررسی نحوه ترکیب عوامل یاد شده در شکل ۵ منحنیهای مربوط به چهار عامل مذکور یکجا نشان داده شده است. در شکل ۵ منحنی اول، هزینه واحد تولید شده را به اعتبار خط تولید اتوماتیک مشخص می‌کند. منحنی اول معلوم می‌سازد که در ابتدای خط تولید اتوماتیک، هزینه واحد تولید شده پایین است و با نزدیک شدن به پایان خط تولید هزینه واحد تولید شده افزایش می‌یابد تا در بخشهای پایانی خط تولید، هزینه واحد تولید شده تکمیل می‌شود و یا به حداکثر مقدار خود می‌رسد. به عبارت دیگر، در بخشهای اولیه خط تولید اتوماتیک تنها قسمتی از هزینه محصول در دست تولید، ظاهر می‌شود و با گذشت زمان و به تدریج که به پایان خط تولید نزدیک می‌شویم، در عین حال، که محصول، شکل نهایی خود را پیدا می‌کند هزینه تولید آن هم افزایش می‌یابد تا اینکه در پایان خط تولید به حداکثر می‌رسد؛ یعنی هزینه واحد تولید شده معلوم می‌گردد.

منحنی دوم احتمال افزایش ظرفیت تولیدی خط تولید اتوماتیک را معین می‌کند. برای بالا بردن ظرفیت تولید می‌باید روشها و تکنیکهای خاص در ابتدا و اواسط خط تولید متمرکز باشند. زیرا بخشهای پایانی خط تولید اتوماتیک کمتر به عملیات تولیدی می‌پردازند و وقتی محصول به پایان خط تولید نزدیک می‌شود، دیگر نمی‌تواند مورد تغییر و تحول واقع شود زیرا تدریجاً شکل نهایی را به دست می‌آورد بلکه این بخشهای اولیه خط تولید اتوماتیک هستند که در ابتدای یک محصول خاص در خط تولید قرار دارند و افزایش ظرفیت تولیدی این بخشها باعث افزایش ظرفیت تولید می‌شود. بنابراین با اتخاذ تدابیر و به کار بردن روشها و تکنیکهای خاص که به تدریج از ابتدا تا انتهای خط تولید اتوماتیک کاهش می‌یابند احتمال افزایش ظرفیت تولیدی وجود دارد.

منحنی سوم، انعطاف‌پذیری خط تولید اتوماتیک را نشان می‌دهد که این انعطاف در اوائل خط تولید کم است و رفته رفته و با نزدیک شدن به پایان خط تولید افزایش می‌یابد. بنابراین روشها و تکنیکهایی که



شکل ۴- درجه سرمایه‌گذاری در بخشهای مختلف واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات به منظور افزایش مقدار تولید

بخشهای پایانی خط تولید دارای ماشین آلات و تجهیزاتی هستند که برای اهداف گوناگون بکار می‌روند به این دلیل با افزایش حجم تولید و یا با تغییر طراحی محصول، تغییر و تحول قابل توجهی در آنها به وجود نمی‌آید. نهایت این است که اگر تغییر و تحولی ضرورت پیدا کند آن هم جزئی است. از این گذشته، تعداد عملیات تولیدی در بخشهای پایانی خط تولید اتوماتیک رو به کاهش است در حالی که تعداد عملیات تولیدی در اوائل خط تولید اتوماتیک بسیار زیادتر است؛ یعنی در حالی که بخشهای پایانی خط تولید اتوماتیک حالت ایستایی (Static) دارند بخشهای آغازین خط تولید اتوماتیک حالت پویا (Dynamic) دارد. به زبان دیگر، در ابتدای خط تولید اتوماتیک به سبب وجود عملیات تولیدی بسیار، حالت دینامیکی در خط تولید حاکم است و این حالت به تدریج و با نزدیکی به پایان خط تولید کم شده، در عوض حالت ایستایی حاکمیت پیدا می‌کند. از نظر اصول سرمایه‌گذاری و قواعد، ماله سرمایه‌گذاری در خطوط و بخشهای ایستا و غیر دینامیک اقتصادی و به صرفه نیست و باعث ایستایی سرمایه می‌گردد بلکه می‌باید بیشتر سرمایه‌گذاریها متوجه بخشهای دینامیک خط تولید باشند. در خطوط تولید اتوماتیک بخشهای دینامیک بیشتر در اوایل و اواسط خط تولید واقع هستند. در صورتی که سرمایه‌گذاریهای مربوط به خطوط تولید اتوماتیک عموماً متوجه اوایل و اواسط خط تولید باشند، به دلیل گردش سریع سرمایه، میزان سودآوری افزایش خواهد یافت.



قرار است انعطاف پذیری خط تولید را افزایش دهند می‌باید از ابتدا تا انتهای خط تولید گسترده‌تر و متراکم‌تر باشند.

منحنی چهارم، ترتیب سرمایه‌گذاری در خطوط تولید اتوماتیک را نشان می‌دهد و معلوم می‌کند که سرمایه‌گذاری به منظور افزایش ظرفیت تولیدی می‌باید در درجه اول در ابتدای خطوط تولید اتوماتیک متمرکز باشد و سپس در دیگر بخشها که به بخشهای ابتدای خط تولید نزدیکترند سرمایه‌گذاری انجام گیرد. زیرا بخشهای پایانی خط تولید اتوماتیک، ماشین آلات و تجهیزاتی دارد که به منظورهای گوناگون به کار می‌روند و وقتی حجم تولید و یا طراحی محصول فرق کند تغییر چندانی پیدا نمی‌کنند. بنابراین سرمایه‌گذاری در خطوط تولید که هدف افزایش ظرفیت تولید را دارد باید از ابتدا تا انتهای خط تولید کمتر شود و کاهش یابد.

چهار منحنی مورد اشاره، که چهار ویژگی خط تولید اتوماتیک را منعکس می‌کند، در شکل ۵ متقاطع شده و سطح ABCD را بوجود می‌آورند. این سطح چهار ویژگی نامبرده را به نحو احسن تأمین می‌کند. اما آنچه که در شکل ۵ قابل تأمل است مشابهت دو به دوی منحنیهاست؛ یعنی دو منحنی یکم و سوم از ابتدای خط تولید و رو به سوی آخر خط تولید افزایش پیدا می‌کنند و در مقابل دو منحنی دوم و چهارم از ابتدای خط تولید و رو به پایان آن رو به کاهش و نزول می‌گذارند. به زبان دیگر، وابستگی دو ویژگی، یعنی هزینه واحد تولید شده و انعطاف پذیری خط تولید اتوماتیک، بیشتر به بخشهای پایانی خط تولید است و در عوض وابستگی دو ویژگی دیگر، یعنی احتمال افزایش ظرفیت تولیدی و سرمایه‌گذاریهای جدید، بیشتر به اوایل خط تولید اتوماتیک است. به این سبب عمده سطح ABCD روی بخشهای میانی خط تولید اتوماتیک یعنی بخشهای تولیدی انعطاف پذیر (ب ت ا) و بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده (ب ت ب) تشکیل می‌یابد و

نشان می‌دهد که اهمیت بخشهای میانی خطوط تولید اتوماتیک یعنی ب ت ا و ب ت ب بیش از دیگر بخشهاست. به بیان دیگر، برای تأمین هرچه بهتر چهار ویژگی مذکور که به سودآوری بالا در خط تولید اتوماتیک منجر می‌شود، باید بخشهای تولیدی انعطاف پذیر و بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده بیش از سایر بخشها مورد توجه باشند و اصولاً آن خصوصیت تکنولوژیکی که در خطوط تولید اتوماتیک حاکم است سودآوری را متوقف بر بهبود وضع بخشهای میانی می‌مازد و اگر دقیقتر بیان کنیم باید اذعان داشت که سودآوری خطوط تولید اتوماتیک به جهت وجود بخشهای میانی است که هم دارای تکنولوژی مدرن تولید و پیشرفته هستند و اکثر سیستمهای تولیدی و طراحی اتوماتیک در این دو بخش به کار می‌رود و هم بیشتر سرمایه‌گذاری واحد تولیدی در همین دو بخش میانی متمرکز است؛ بیان دیگر این واقعه یعنی وابسته بودن سودآوری خط تولید اتوماتیک به بخشهای میانی خط تولید (یعنی ب ت ا و ب ت ب) آن است که از سرمایه‌گذاری کلان و حجیم در بخشهای میانی خط تولید اتوماتیک، به کمک تکنولوژی مدرن اتوماتیک که دارای بازده فوق العاده‌ای است حداکثر استفاده به عمل می‌آید؛ یعنی در سودآوری خطوط تولیدی اتوماتیک سهم عمده متعلق به بخشهای میانی خط تولید است که هم از سیستمهای طراحی و تولیدی اتوماتیک استفاده می‌کنند و هم به این دلیل عمده سرمایه‌گذاری واحد تولیدی در این بخشهای میانی صورت می‌پذیرد.

برای مشخص کردن اهمیت بخشهای مختلف خطوط تولیدی اتوماتیک از نظر سودآوری، می‌توان روش دیگری نیز در پیش گرفت به این صورت که اهمیت بخشهای متفاوت را به اعتبار معیارهای گوناگون تعیین کنیم.

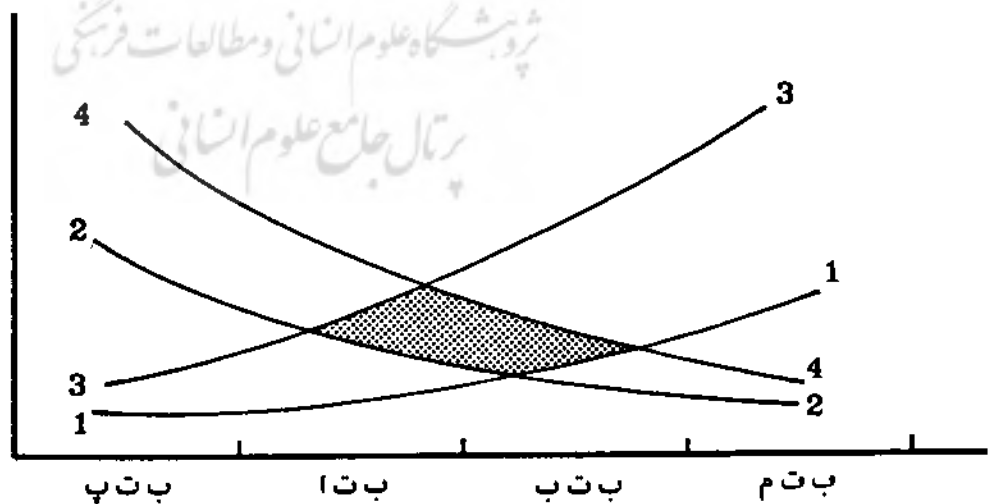
به طوریکه ملاحظه گردید، در خطوط تولیدی اتوماتیک عموماً

1 = هزینه واحد تولید شده

2 = احتمال افزایش ظرفیت تولیدی

3 = انعطاف پذیری

4 = سرمایه‌گذاری جدید



ظرفیت تولیدی، ۳ - انعطاف پذیری و ۴ - سرمایه‌گذاریهای جدید را توأماً به حالت بهینه (اپتیمم) درمی‌آورد.

شکل ۵ - سطحی که در واحدهایی تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات چهار عامل تأثیرگذار بر سودآوری یعنی ۱ - هزینه واحد تولیدی، ۲ - احتمال افزایش

بدین ترتیب نسبت به عوامل مختلف، مقدار اهمیتی که بخشهای گوناگون دارند معلوم می‌شود ولی هدف در اینجا این است که معین کنیم بخشهای متفاوت به اعتبار کلیه عوامل مجموعاً دارای چه مقدار از اهمیت هستند. برای این کار باید تمام مقادیر را که هر بخش به اعتبار عوامل مختلف کسب کرده است جمع کنیم.

به عنوان مثال می‌توانیم بخشهای تولیدی پایه‌ای را در نظر بگیریم. این بخشها از دیدگاه هزینه واحد تولید شده مقدار يك را به خود اختصاص داده‌اند، از نظر احتمال افزایش ظرفیت تولیدی ارزش چهار را از آن خود ساخته و از حیث انعطاف پذیری مقدار يك و از جهت سرمایه‌گذاریهای جدید ارزش چهار را دارا هستند بنابراین ارزش کلی و یا مقدار کل اهمیت بخشهای تولیدی پایه‌ای عبارت از جمع این چهار عدد خواهد بود یعنی:

$$4 + 1 + 4 + 1 = 10 \text{ ب ت پ}$$

چهار بخش ۱- ب ت پ، ۲- ب ت ا، ۳- ب ت م و ۴- ب ت م وجود دارد. اهمیت این چهار بخش نسبت به معیارهای گوناگون یکسان نیست. مثلاً همانگونه که در شکل ۵ دیده می‌شود بخشهای مختلف نسبت به معیار هزینه واحد تولید شده، اهمیتهای متفاوتی دارند. در بخشهای تولیدی پایه‌ای هنوز بخش کوچکی از هزینه تولید مشکل گشته و به تدریج و با حرکت به سوی بخشهای پایانی هزینه تولید بیشتر می‌شود تا اینکه در بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م) به حداکثر می‌رسد، بنابراین اگر نسبت به معیارهای گوناگون بیشترین ارزش (و یا اهمیت) هر يك از بخشها را چهار، و کمترین آن را يك معین کنیم از نظر هزینه واحد تولید، ارزش بخشهای تولیدی مستقل چهار و بخشهای تولیدی پایه‌ای يك خواهد بود، در صورتی که نسبت به معیار هزینه تولید اهمیت بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده و بخشهای تولیدی انعطاف‌پذیر را بخواهیم معین کنیم ارزش آنها به ترتیب سه و دو خواهد بود. با این حساب از نظر هزینه واحد تولید شده به ترتیب از اول خط تولید تا به آخر اهمیت چهار بخش بطور پیوسته افزایش می‌یابد و عبارت خواهد بود از: ۱ و ۲ و ۳ و ۴.

اگر همین روش را علاوه بر هزینه واحد تولید شده در مورد احتمال افزایش ظرفیت تولیدی، انعطاف پذیری خط تولید و سرمایه‌گذاریهای جدید در پیش بگیریم اهمیت بخشهای مختلف از دیدگاه عوامل متفاوت بدین صورت خواهد بود:



مقدار اهمیت	۲- از دیدگاه احتمال افزایش ظرفیت تولیدی (عامل دوم)
۴	بخشهای تولید پایه‌ای (ب ت پ)
۳	بخشهای تولید انعطاف‌پذیر (ب ت ا)
۲	بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده (ب ت م)
۱	بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م)

مقدار اهمیت	۱- از دیدگاه هزینه واحد تولید شده (عامل اول)
۱	بخشهای تولید پایه‌ای (ب ت پ)
۲	بخشهای تولید انعطاف‌پذیر (ب ت ا)
۳	بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده (ب ت م)
۴	بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م)

مقدار اهمیت	۴- از دیدگاه سرمایه‌گذاریهای جدید (عامل چهارم)
۴	بخشهای تولید پایه‌ای (ب ت پ)
۳	بخشهای تولید انعطاف‌پذیر (ب ت ا)
۲	بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده (ب ت م)
۱	بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م)

مقدار اهمیت	۳- از دیدگاه انعطاف پذیری (عامل سوم)
۱	بخشهای تولید پایه‌ای (ب ت پ)
۲	بخشهای تولید انعطاف‌پذیر (ب ت ا)
۳	بخشهای تولیدی برنامه‌ریزی شونده (ب ت م)
۴	بخشهای تولیدی مستقل (ب ت م)

اگر چنین روشی را برای سایر بخشهای خط تولید اتوماتیک در نظر بگیریم، چنین نتایجی را خواهیم داشت:

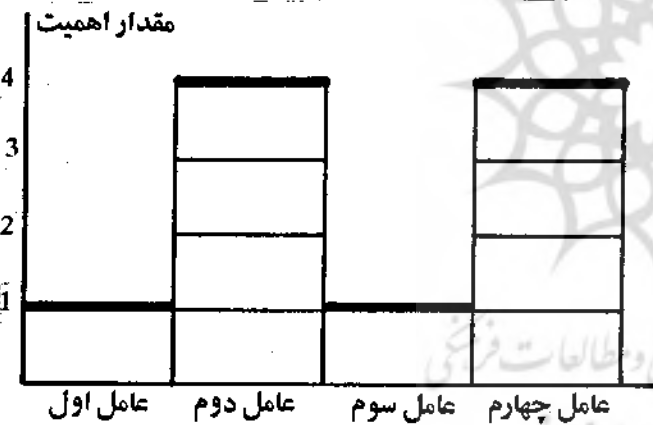
$$ب ت ا = ۲ + ۳ + ۲ + ۳$$

$$ب ت ب = ۴ + ۱ + ۴ + ۱$$

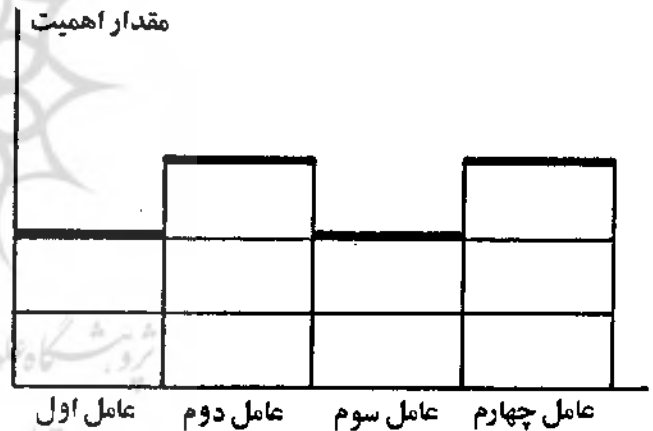
$$ب ت م = ۴ + ۱ + ۴ + ۱$$

در صورتی که نتایج به دست آمده را به صورت گرافیک در آوریم موضوع واضحتر خواهد شد:

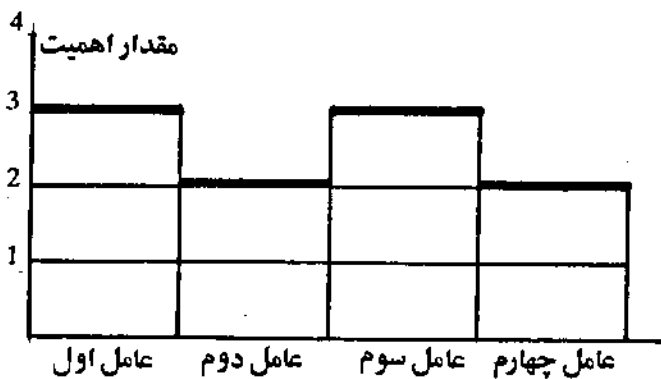
با ملاحظه شکلهای ۶ و ۹ معلوم می شود که مقدار اهمیتی که بخشهای تولیدی پایه ای و بخشهای تولیدی مستقل به دست می آورند حداقل يك، و حداکثر چهار است. اختلاف کمترین و بیشترین مقدار،  $(۴ - ۱ = ۳)$  مقدار سه است؛ به عبارت دیگر، ارزش بخشهای نامبرده گاهی کم و زمانی زیاد است و دامنه تغییر ارزش آنها وسیع یعنی سه است، در صورتی که با ملاحظه شکلهای ۷ و ۸ مشخص می شود مقدار اهمیتی که بخشهای تولیدی انعطاف پذیر و بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده دارند حداقل دو، و حداکثر سه است، به زبان دیگر، ارزش بخشهای مذکور عموماً در حد قابل ملاحظه ای است زیرا حداقل ارزش آنها دو است و اختلاف بین مقادیر حداقل و حداکثر آنها  $(۳ - ۲ = ۱)$  يك است؛ یعنی دامنه تغییر ارزش آنها  $(۳ - ۲ = ۱)$  يك است. این هم معلوم می کند که بخشهای یاد شده در همه حال دارای سنگینی و اهمیت در خطوط تولید اتوماتیک هستند و تغییر ارزش آنها حداکثر يك است؛ یعنی اگر به اعتبار عوامل گوناگون ارزشی از دست بدهند حداکثر آن يك است در حالیکه در مورد بخشهای قبلی کاهش ارزش به سه می رسد. بنابراین بخشهای میانی خطوط تولیدی اتوماتیک یعنی بخشهای تولیدی انعطاف پذیر و بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده بیشترین ارزش را از حیث تأمین سودآوری خواهند داشت و تأثیر آنها به همه حال و به اعتبار عوامل گوناگون قابل توجه خواهد بود.



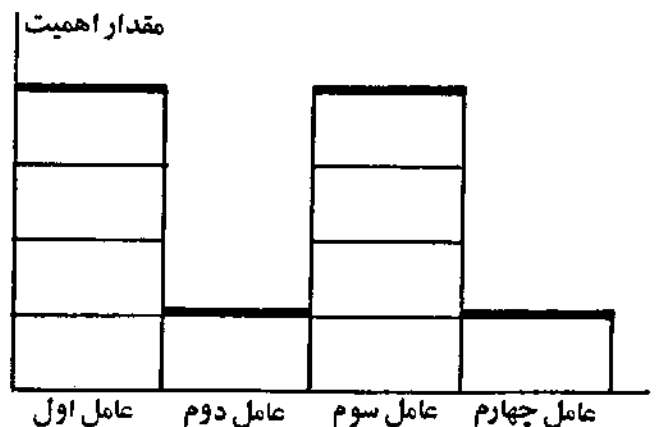
شکل ۶ - نمودار اهمیتی که بخشهای تولیدی پایه ای کسب می کنند.



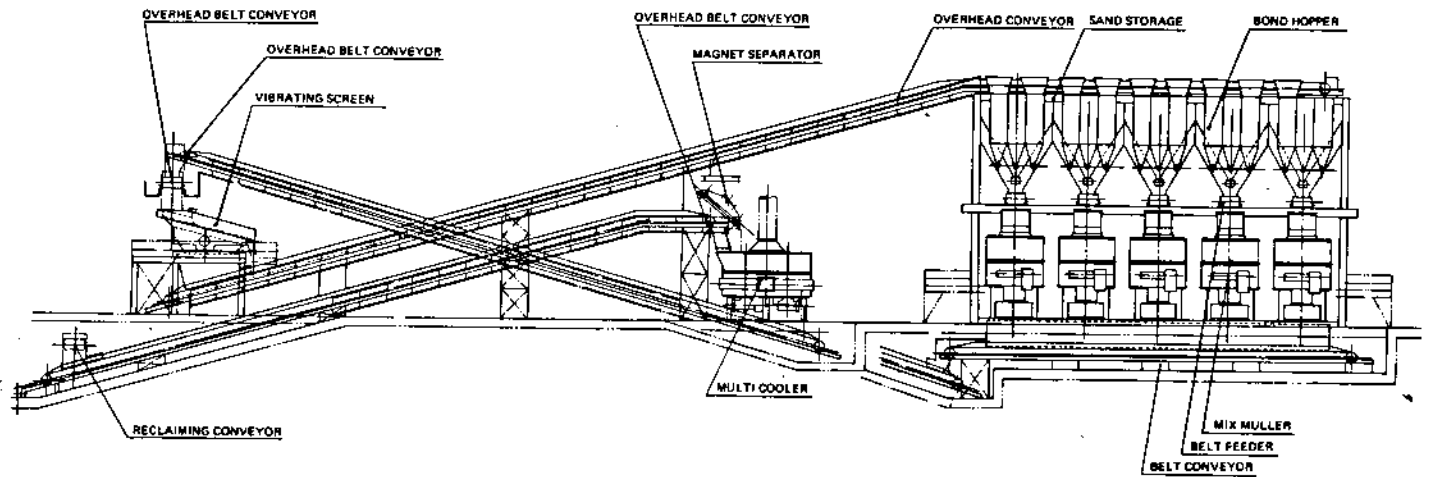
شکل ۷ - نمودار اهمیتی که بخشهای تولیدی انعطاف پذیر کسب می کنند.



شکل ۸ - نمودار اهمیتی که بخشهای تولیدی برنامه ریزی شونده کسب می کنند.



شکل ۹ - نمودار اهمیتی که بخشهای تولیدی مستقل کسب می کنند.



۸- به علت درآمدهای زیاد که از طریق حجم فروش بالا به دست می‌آید تهیه منابع مالی برای سرمایه‌گذاریهای جدید به راحتی صورت می‌گیرد.

۹- به دلیل ساختار خاص خطوط تولیدی اتوماتیک که هم دارای سرمایه‌گذاریهای زیاد و فروش بالا است و هم ارتباط آنها با بازار فروش و تدارکات و مراکز مالی دائمی و پیوسته است، تورم قیمتها توسط این واحدهای تولیدی خیلی زود حس می‌شود و تدابیر لازم در این موارد اتخاذ می‌گردد تا سودآوری واحد تولیدی همیشه برقرار و واقعی باشد.

۱۰- روابط واحدهای تولیدی اتوماتیک با بازارهای سرمایه‌رو به توسعه می‌گذارد و در نتیجه، تأمین منابع مالی از این بازارها به راحتی صورت می‌گیرد.

۱۱- روند روآوری به سرمایه‌های مردم و سهم ساختن آنها در واحد تولیدی به علت نیاز به سرمایه زیاد سرعت بیشتری پیدا می‌کند.

۱۲- از آنجا که در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات هزینه تولید پایین است این امکان پیش می‌آید که واحد تولیدی دیگر انواع هزینه‌ها از قبیل هزینه حمل و نقل را پذیرا باشد و محصول خود را به بازارهای فروش دورتری عرضه کند.

۱۳- در واحدهای تولیدی اتوماتیک پیش از آنکه از امتیازات اقتصادی مربوط به بزرگی تولید و فروش (Scale Economies) استفاده به عمل می‌آید، از امتیازات اقتصادی مربوط به زمینه تولیدات گوناگون (Scope Economies) استفاده می‌شود. با این توضیح که واحد تولیدی اتوماتیک به دلیل استفاده از سیستمهای تولیدی اتوماتیک انعطاف پذیر این فرصت و امکان را پیدا می‌کند که در خط تولیدی خود چنان ترکیبی از تولید قطعات و یا محصولات گوناگون را انتخاب

بعبارت دیگر آن دسته از بخشهای خطوط تولیدی اتوماتیک بالاترین ارزش را از حیث سودآوری دارند که سرمایه‌گذاری زیادتری روی آنها انجام شده است. این بدان معناست که در خطوط تولیدی اتوماتیک به سبب وجود تکنولوژی که دارای کارکرد فوق‌العاده‌ای است درجه بهره‌برداری سرمایه تا حد بسیار بالایی افزایش پیدا می‌کند. به بیان دیگر، سودآوری خود کارکردن عملیات خطوط تولید اساساً بر دو دلیل عمومی متکی است:

۱- توسعه و ازدیاد پروسه‌های سرمایه‌بر در خطوط تولیدی اتوماتیک

۲- استفاده از سخت افزار و نرم افزار تکنولوژی مدرن اتوماتیک

برای سودآوری پروسه‌های سرمایه‌بر، در خطوط تولیدی اتوماتیک قبل از هر چیزی باید سرعت گردش سرمایه بالا باشد تا بدین ترتیب هزینه سرمایه (Capital cost) در سطح واحدهای تولیدی اتوماتیک تقلیل یابد برای تحقق این امر بیشتر اوقات در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات شرایط ذیل وجود دارد:

۱- حجم تولیدی در حد بالایی است.

۲- سیستم تدارکاتی واحد تولیدی بطور مؤثر و کارآ مشغول انجام وظیفه است.

۳- مقدار فروش در سطح بالایی قرار دارد.

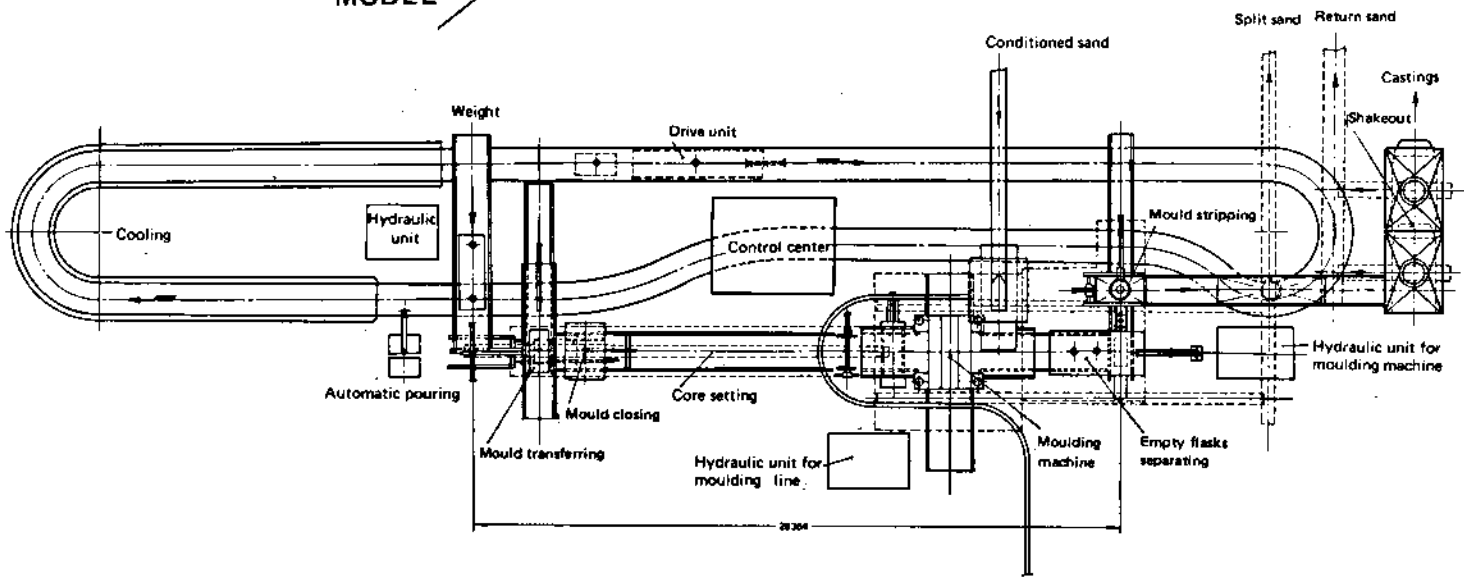
۴- سطح ذخیره محصول تولید شده در حد پایینی است.

۵- به دلیل حجم تولید و فروش بالا هزینه واحد تولید شده رو به کاهش است.

۶- هزینه‌های مربوط به ذخیره محصول تولیدی تقلیل یافته‌اند.

۷- علاوه بر استفاده از امتیازات اقتصادی مربوط به بزرگی تولید و فروش (Scale Economies) در زمینه‌های تدارکات، تهیه منابع مالی، تبلیغات و مدیریت، در زمینه تولید نیز از این امتیازات اقتصادی مربوط به بزرگی تولید و فروش بهره‌برداری به عمل می‌آید.





۸- ماشین آلات و دستگاههای تولیدی که برای عملیات گوناگون قابل استفاده است. به کار گرفته می شوند و بنابراین خط تولید انعطاف پذیر می گردد.

۹- عملیات تولیدی و خط تولید به وسیله کامپیوتر اداره می شود.  
۱۰- عملیات تولیدی با هدایت برنامه کامپیوتر صورت می پذیرد و با تغییر برنامه هم تغییر آنها ممکن است.  
۱۱- کنترل عملیات تولیدی نه با کنترل و مشاهده کارکرد ماشین آلات بلکه از راه کنترل برنامه نوشته شده کامپیوتر برای آن عملیات تولیدی میسر است.

۱۲- طراحی به وسیله کامپیوتر انجام می شود.  
۱۳- همانگونه که کنترل در خطوط تولید اتوماتیک به وسیله کامپیوتر صورت می پذیرد، عملیات مربوط به محاسبه و مقایسه هم از طریق کامپیوتر انجام می شود.  
۱۴- بیشتر اوقات علاوه بر خط تولید، دیگر بخشها هم خودکار می شوند.

۱۵- امکان تولید در بیش از یک شیفت کاری فراهم می آید.  
۱۶- به جای یک قطعه و یا یک محصول امکان تولید چند محصول و یا چند قطعه فراهم می آید.  
۱۷- در صورت لزوم ظرفیت تولیدی به راحتی افزایش می یابد.  
۱۸- تغییر طراحی مربوط به محصول مطابق نیازهای بازار و بدون سرمایه گذاری جدید به سادگی امکان پذیر می شود.

۱۹- بدلیل وجود دقت و حساسیت زیاد مقدار ضایعات در خط تولید کاهش فوق العاده می یابد.  
۲۰- به دلیل خودکار کردن عملیات، مدیریت واحد تولیدی به سرعت و به شکل مؤثر قادر به تصمیم گیری خواهد بود و در صورت نیاز به راحتی اعمال کنترل خواهد کرد.

کند که سودآوری تولید به حداکثر برسد.

۱۴- بازده سرمایه گذاری در واحدهای تولیدی اتوماتیک اکثر اوقات زیاد است.

از سوی دیگر با به کارگیری سخت افزار و نرم افزار تکنولوژی مدرن و اتوماتیک در واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات، عموماً شرایط معینی در جهت بهبود سودآوری تولید به دست می آید از قبیل:

- ۱- تعداد پرسه هایی که قادر به تولید محصول و قطعات با کیفیت بالا است افزایش پیدا می کند.
- ۲- این امکان فراهم می آید که عملیات تولیدی بسیار ریز و حساس صورت پذیرند.
- ۳- در سایه استفاده از ماشین آلات مدرن اتوماتیک و بهره مندی از تکنیکهای پیشرفته، سرعت عملیات تولیدی و در نتیجه، سرعت کل تولید فزونی می گیرد.
- ۴- امکانات مربوط به انجام عملیات تولیدی و افزایش ظرفیت تولید از حدود توانایی و قابلیت های انسانی فراتر می رود.
- ۵- هزینه کار مستقیم در عملیات تولیدی کاهش می یابد.
- ۶- کنترل در ماشین آلات و تجهیزات اتوماتیک از طریق سیستم بازخورد (Feedback) اعمال می شود.
- ۷- کنترل در سطح واحد تولیدی به صورت یکی از ویژگیها و کارکردهای تکنیکی و سازمانی واحد تولیدی در می آید به طوری که جریان امور در فعالیتهای تولیدی و غیر تولیدی تقریباً بدون دخالت عامل انسانی همدیگر را ایجاب و کنترل می کنند. به عبارت دیگر، امر کنترل در سطح واحدهای تولیدی متکی بر خودکار کردن عملیات بدون دخالت عامل انسانی و از طریق وضعیت خاص تکنیکی و سازمانی اعمال می گردد و به این صورت هزینه های مربوط به کنترل کاهش زیاد پیدا می کنند.



(Publisher: Harper & Row), fifth ed., 1973, P. 53.

- 1) Anthony Chandor, John Graham Williamson, "Practical System Analysis", G.P. Putnam's Sons, New York, 1970, P. 365- 336
- 2) B.R. Williams, "Technology, Investment and Growth", Chapman and Hall Ltd., London, 1967, P. 42- 46
- 3) J.A. Morton, "Organizing For Innovation", McGraw-Hill Book Company, New York, 1971, P.165
- 4) Atilla Bagriacik, "Turk Sanayiinde Pazar Hakimiyeti", Dunya Gazetesi, 10 Haziran 1987, s.2
- 5) Shidan Derakhshani, "Negotiating Transfer of Technology Agreements", Finance and Development, Vol. 23, NO.4, December 1986, P.42-44
- 6) Nico Hazewindus with John Tooker, "The U.S. Microelectronics", Pergamon Press, New York, 1982 P.116- 117
- 7) Thomas J. Allen, "Managing The Flow of Technology", The Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1984, P. 39-40
- 8) Beau Sheil, "Thinking About Artificial Intelligence", Harvard Business Review, NO. 4, July- August 1987, P. ES28
- 9) Nur Ozturk, "Bilgisayarlasmanyi Ogrenemedik", Cunes Gazetesi, 7 Ekim 1987 s.5
- 10) Solomon Fabricant, "Basic Facts On Productivity Change ", National Bureau Of Economic Research, Inc., New York, 1959, 23
- 11) Jasper H. Arndd III, "Assessing Capital Risk: You Can't Be Too Con servative", Harvard Business Review, NO. 5, September- October 1986, P. 113-114
- 12) Peter F. Drucker, "The Promise Of Automation" , "Automation Implication For Future", editor: Morris Philipson, Random House, Inc., New York, 1962, P.218
- 13) Ibid

۲۱- ایجاد ارتباط در داخل سازمان واحد تولیدی خیلی سریع و پر بازده خواهد بود.

۲۲- عملیات مربوط به محاسبه، ارزیابی و مقایسه سریع و دقیق انجام می‌گیرد.

۲۳- انتقال اطلاعات گوناگون از يك نقطه واحد تولیدی به نقطه دیگر آن به آسانی و با سرعت صورت می‌پذیرد.

۲۴- بازدهی خط تولید رو به افزایش چشمگیر می‌گذارد.

۲۵- تبادل اطلاعات واحد تولیدی با محیط خارج به شکل منجم و مؤثر در می‌آید.

۲۶- به دلیل امکان تطبیق پیشرفتهای تکنولوژیکی آتی در خط تولید اتوماتیک، بهره‌مندیهای جدید از پیشرفتهای نوین نیز تا حد زیادی تضمین می‌شود.

بطور خلاصه می‌توان گفت، مهمترین تأثیر خودکار کردن عملیات برجهت تولیدی عبارت از افزایش سرعت تولید، انعطاف پذیرسازی خط تولید، افزایش چشمگیر کیفیت تولیدی و ازدیاد فوق‌العاده کارکرد تولیدی است. از جهت مالی نیز خودکار کردن عملیات با وجود آوردن روابط و معادلات نوین مالی در واحد تولیدی سبب می‌شود که در حجم معینی از تولید هزینه سرمایه (Capital Cost) از طریق استفاده سریع از سرمایه تقلیل قابل توجه پیدا کند و با کاهش هزینه تولید، سودآوری رو به افزایش بگذارد.

در خصوص خودکار کردن عملیات، توجه به دو نکته ضرورت دارد. اول اینکه در تولید اتوماتیک به علت سرمایه‌گذاریهای سنگین و سرعت تولیدی بالا که به نوبه خود باعث حجم تولید فراوان می‌گردد لازم است واحد تولیدی مربوط دارای بازار و یا تقاضای مورد نظر باشد. از يك واحد تولیدی اتوماتیک کاهش هزینه سرمایه و یا تقلیل هزینه تولید تنها از راه حجم فروش زیاد قابل تصور است و به این سبب هر واحد تولیدی که قصد اتوماتیک سازی خط تولید را دارد می‌باید از ادامه فروش خود حداقل در يك محدوده از زمان اطمینان حاصل کند. از سوی دیگر چون در خود کار کردن عملیات خطوط تولید سرمایه‌گذاریهای سنگین ضرورت دارد به این جهت تولیدی که قصد این کار را دارد باید از حیث منابع مالی قوی باشد. به این ترتیب در راه اتوماتیک سازی خطوط تولید بعد از وجود بازار و یا تقاضای مورد نیاز، موضوع قدرت مالی واحد تولیدی مطرح است. اصولاً نکته اصلی در خودکار کردن عملیات خطوط تولید از این امر ناشی می‌شود که سرمایه عظیم تبدیل شده به تکنولوژی مدرن، اتوماتیک و پر بازده با سرعت زیاد چرخش می‌کند و بدین گونه با گردش سریع سرمایه عظیم، سودآوری تحت تأثیر جنبه تکنولوژیک و مالی رو به افزایش می‌گذارد.

