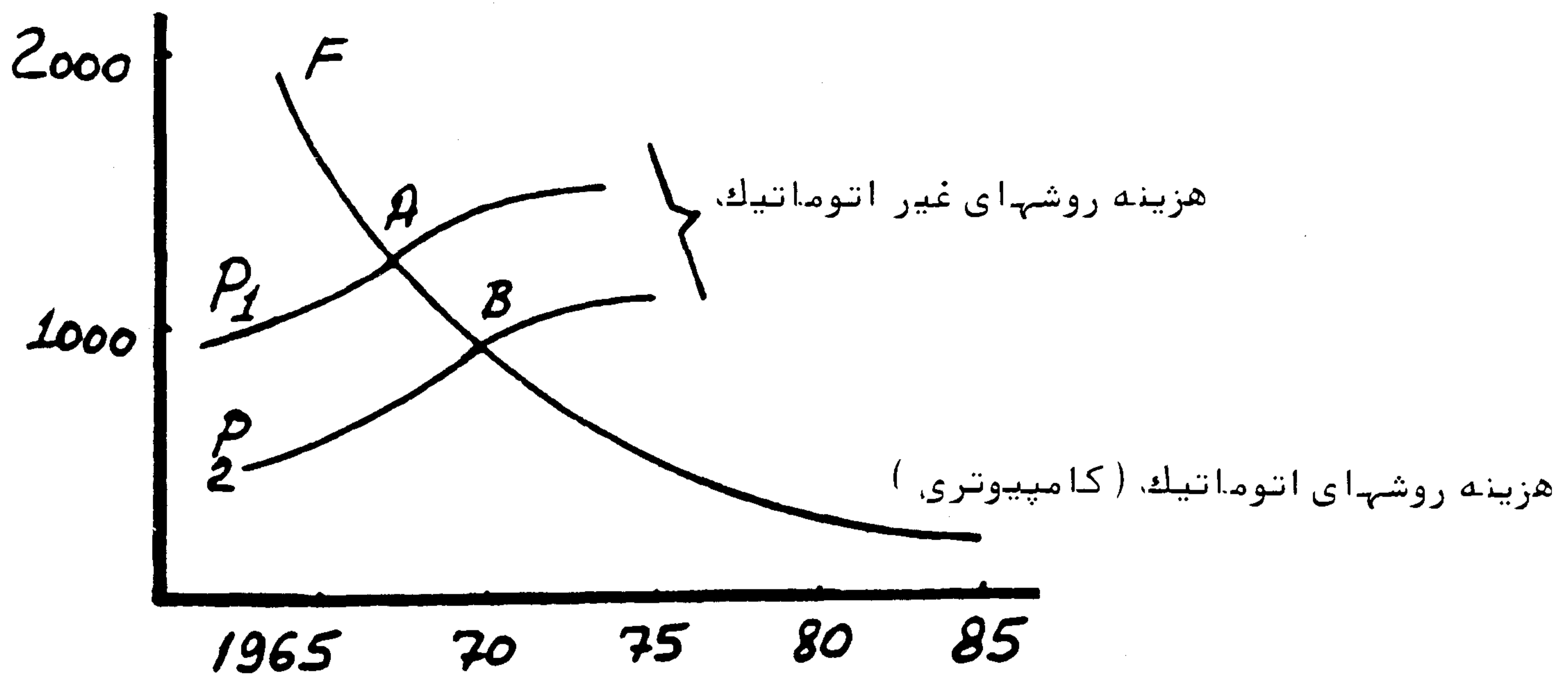


خودکار کردن عملیات و سودآوری (۱)

دکتر عباس مقبل

از سوی دیگر، روند خودکار کردن عملیات خطوط تولید وضعیت مثبت و جدیدی را فراهم ساخته که سبب تثبیت و تقویت این روند می شود. این حالت مثبت همان جنبه اثباتی جریان اتوماتیک سازی خطوط تولید است به عنوان مثال در روشهای معمول کنترل، کارکرد خود دستگاه مورد مشاهده واقع می شود، در صورتی که در دستگاههای اتوماتیک کامپیوتری برای کنترل کارکرد دستگاه و یا ماشین آلات، کافی است که برنامه نوشته شده برای دستگاه و یا ماشین آلات، مورد بررسی و کنترل قرار گیرد. زیرا در وضعیت خود کارکردن عملیات، دیگر دستگاهها تحت تاثیر برنامه معین به کار می پردازند، بنابراین مشاهده کار دستگاه به منظور اعمال کنترل لزومی ندارد. مورد دیگری که فوق العاده چشمگیر است راندمان بسیار بالای خطوط تولید اتوماتیک است. این سطح از راندمان که به وسیله خود کارکردن عملیات حاصل می شود از ویژگیهای بارز و مثبت آن است که در عین حال، سبب کاهش هزینه سرمایه و در نتیجه، موجب پایین آمدن هزینه واحد تولید شده نسبت به واحدهای تولیدی غیر اتوماتیک می شود. در روشها و تکنولوژیهای متداول، کامپیوتر، مرکز ثقل است و کاربرد آن عموماً "سبب کاهش هزینه و تولید نسبت به دیگر روشهای غیر اتوماتیک است". هر چند استفاده از کامپیوتر و یا دیگر ابزارآلات اتوماتیک در شاخه‌های مختلف تولیدی در زمانهای متفاوت صورت گرفته ولی یک تمایل عمومی در جهت استفاده از کامپیوتر در بسیاری از صنایع مشاهده می شود که علت عمده آن تقلیل هزینه و بالا رفتن سود است. در شکل یک این مطلب به وسیله گرافیک بیان شده است. اگر مجموعه روشهای کلاسیک بین دو منحنی P_1 و P_2 واقع شده باشد و منحنی F نمایانگر روشهای اتوماتیک باشد، بعد از نقاط A و B دیگر روشهای کلاسیک پرهزینه هستند و روشهای اتوماتیک از حیث مقدار هزینه‌ای که برواحد تولیدی تحمیل می کنند مقرون به صرفه است. این نمودار، در عین حال نشانگر این است که روشهای اتوماتیک عموماً "در سالهای اخیر نسبت به روشهای غیر اتوماتیک برتری کسب کرده‌اند."

رشد روند اتوماتیک سازی خطوط تولید و خدمات مختلف، عموماً "بردوجنبه نفی و اثبات موارد مربوط متکی است." با این توضیح که برخی از وقایع، حوادث و عملیات تولیدی اصولاً "با روشها و تکنولوژیهای گذشته و موجود متداول، غیرقابل تحقق است مثلاً" توان محاسباتی فوق العاده سریع، دقیق و حجیم. چنین مواردی روشها و تکنولوژیهای متداول گذشته را نفی و غیرقابل اتکا می سازد. برای یک تکنسین ممکن نیست که در هوای آلوده به مواد شیمیایی به کنترل تولید و یا عملیات معین تولیدی پردازد، در صورتی که یک آدم آهنی چنین امکانی را فراهم می سازد. به همین ترتیب از یک تکنسین نمی توان انتظار داشت که سه شیفت متوالی (۲۴ ساعته) در خط تولید کار کند، در حالی که یک آدم آهنی قادر است تا مدت‌ها ۲۴ ساعته به کار تولید یا کنترل پردازد.



شکل ۱ - وضعیت روشهای کلاسیک و اتوماتیک نسبت به هزینه ای که در بردارند

الف - معنی خودکار کردن عملیات^۲

خودکار کردن عملیات وضعیت بسیار پیشرفته تری نسبت به مکانیزاسیون است خودکار کردن عملیات در حالی که بر مکانیزاسیون متکی است، مکانیزاسیون تنها نیست و از یک نظر وضعیتی است که در آنها برای بکار انداختن و استفاده از ماشینها و دستگاههای مختلف، از دیگر ماشینها و دستگاهها بهره برداری می شود^۴ در فرآیند خودکار کردن عملیات، اعمال تولیدی و غیرتولیدی با حداقل دخالت عامل انسانی و یا بدون دخالت عنصر انسانی تحقق می پذیرد و لذا در این مرحله جای نیروی کار را آلات مکانیکی، هیدرولیکی و الکترونیکی می گیرند در کنار این حادثه، عملیات مربوط به کنترل، محاسبه و مقایسه به وسیله کامپیوتر انجام می شود، سیستم بازخور در خطوط تولیدی به کار گرفته می شود، روش سیستماتیک در ارزیابی امور مربوط به تولید در پیش گرفته می شود و نتیجه عمومی آن در انجام و کنترل عملیات تولیدی و غیرتولیدی سیستمی که تا حدود زیادی از عامل انسانی خالی است به کار گرفته می شود^۵ در واقع، خودکار کردن عملیات، سیستمی است که در آن کارهای پیچیده و مشکل با حداقل اشتراك عامل انسانی به شکل مشخص و مطمئن

توسط ماشینها و دستگاههای خودکار انجام می یابد^۶ تمام اینها هم با جایگزینی سرمایه به جای نیروی کار امکان پذیر می شود نسبت به حجم و شرایط سرمایه گذاری گاهی مکانیزاسیون و زمانی هم خودکار کردن عملیات خطوط تولید میسر می شود^۷ با این تفاوت که وقتی یک دستگاه و یا ماشین به جای نیروی کار جانشین می شود انجام کار به وسیله دستگاه و یا ماشین تحقق می یابد، منتها این بدان معنی نیست که کارکرد خود دستگاه و یا ماشینی که جای نیروی کار را گرفته است به شکل اتوماتیک و با هدایت برنامه کامپیوتر باشد همیشه لازم است این قاعده مورد توجه قرار گیرد که به کارگیری آلات و ابزار اتوماتیک از قبیل کامپیوتر، آدمکهای ماشینی و دستگاههای NC^۹ تا زمانی پذیرفتنی و قابل دفاع است که اقدام به آن لازم، عملی و اقتصادی است^{۱۰}

خود کار کردن عملیات بیشتر در آن دسته از واحدهای تولیدی پیش می آید که در آنها از حیث زمان، مکان و وضعیت تولیدی یک نوع همبستگی و وحدت بین عملیات و مراحل مختلف تولید وجود دارد. مثلاً در واحدهای تولیدی زراعی مراحل کاشت، داشت و برداشت در زمانهای مختلف صورت می گیرد در حالی که در واحدهای تولیدی صنعتی، عملیات و مراحل مختلف تولیدی به لحاظ زمانی از هم فاصله طولانی

ندارند. به این سبب در واحدهای صنعتی درجه و زمینه خود کارکردن عملیات بیش از سایر رشته‌های تولیدی است. از این گذشته، در موسسات خدماتی نیز درجه خودکار کردن عملیات از واحدهای صنعتی کمتر است.^{۱۱}

بیشتر اوقات، عمل خودکار کردن عملیات در واحدهای تولیدی تدریجی است. اگر در یک واحد تولیدی خط تولید به صورت اتوماتیک درآید، معمولاً " واحدهای خدماتی و کمکی هم بعداً " خودکار می شوند.^{۱۲} برای یک موسسه صنعتی راه معقول، اقتصادی و سودآور این است که مراحل مختلف تولید و یا بخش‌های گوناگون خود را تدریجاً " کامپیوتری کند.^{۱۳} وقتی

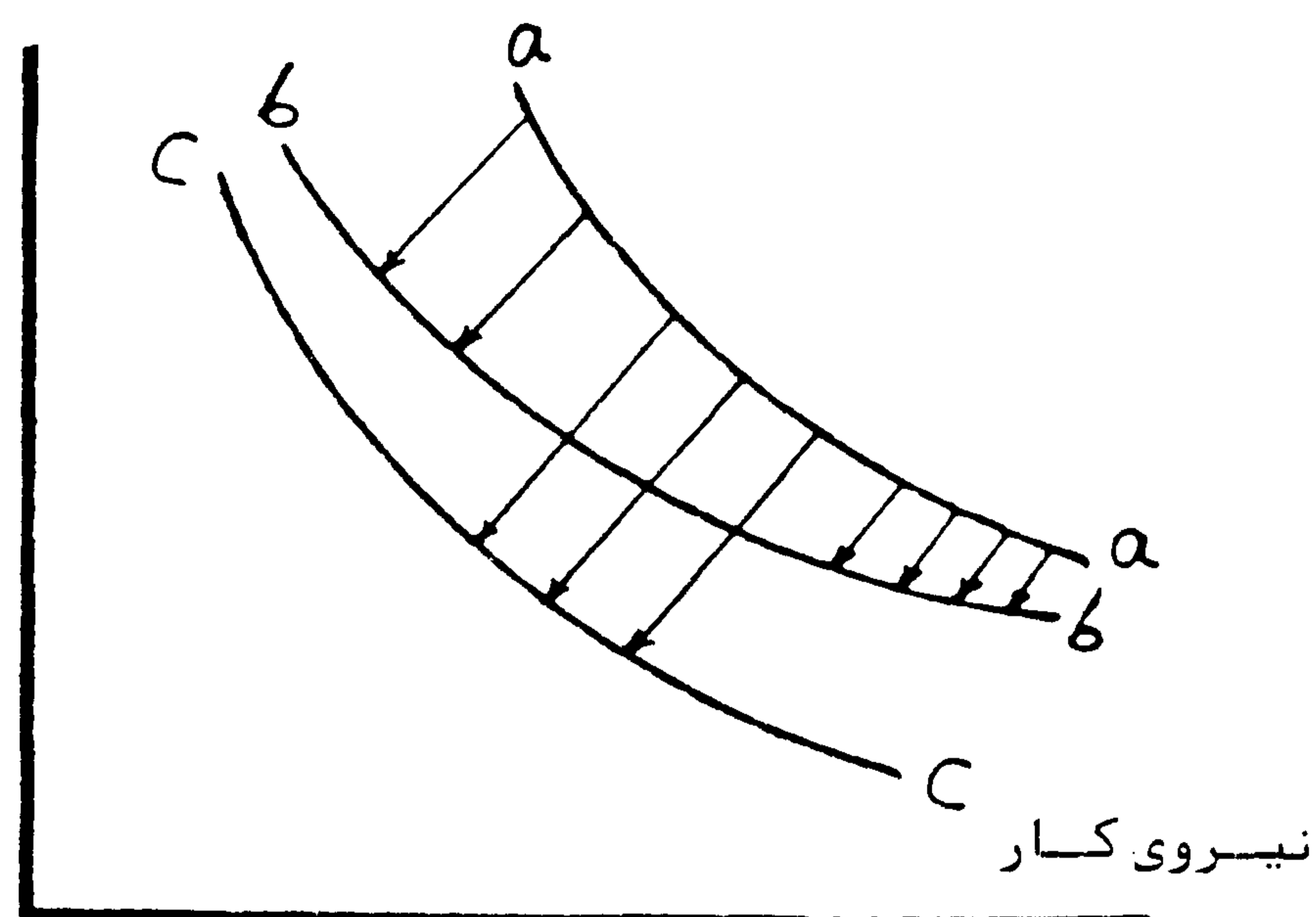
عمل فوق به شکل تدریجی و مرحله‌ای تحقق می یابد، تغییرات مربوط به بخش‌های متفاوت، خط تولید، دستگاهها و آلات و ابزار گوناگون تحت یک برنامه - ریزی مشخص قابل اجرا است.^{۱۴} در این صورت، موسسه تولیدی دچار تنگناهای مربوط به سرمایه گذاری و پیدا کردن منابع مالی که از ضروریات خودکار کردن عملیات است، نخواهد بود. به علاوه، برآورد نتایج مالی یک سرمایه گذاری کم حجم و نیز تحمل رهاوردهای غیر منتظره آن بسیار راحت تر از یک سرمایه گذاری پر حجم و پیچیده است.

ب - سودآوری

سودآوری رابطه نزدیکی با سرمایه دارد. از دیدگاه موسسات تولیدی، سودآوری عبارت است از نسبت مقدار سود به سرمایه‌ای که در یک دوره معین از آن سرمایه استفاده به عمل آمده و سود مورد بحث از آن عاید شده است. به بیان دیگر، سودآوری از تقسیم سود به سرمایه حاصل می شود.^{۱۵} سود موسسات تولیدی تحت تاثیر عوامل زیادی از قبیل سطح درآمد مصرف کنندگان، سطح هزینه‌ها و قیمت‌ها، مقدار طلب موجود برای محصول تولیدی و تناسب قیمت تعیین شده برای محصول تولید شده قرار دارد.^{۱۶} امروزه، به دلیل تحرك موجود برای سرمایه و تنوع زمینه‌های سرمایه گذاری، سود موسسات تولیدی با مقداری ابهام همراه است.^{۱۷} آنچه برای موسسه تولیدی اهمیت دارد این است که مجموعه عوامل داخلی خود موسسه تولیدی و آن دسته از عوامل بیرونی که بر فعالیت تولیدی آن اثر می گذارند به نحوی عمل نمایند که فعالیت تولیدی موسسه در پایان دوره مالی با سود همراه باشد و وقتی موسسه این سود را در مقابل حجم سرمایه گذاری خود قرار می دهد، آن را قابل قبول و اقتصادی بیابد. زیرا سود، مقیاس بسیار مهم و متداولی برای ارزیابی فعالیت موسسات تولیدی بشمار می رود و مفهوم سودآوری نه تنها این مقیاس سود را مورد بررسی قرار می دهد بلکه آن را در رابطه با مقدار سرمایه موسسه تولیدی می گذارد تا معلوم سازد که آیا سود حاصل نسبت به سرمایه گذاری



سرمایه



شکل ۲ - تبیین پیدایش تکنولوژی جدید در روشهای کلاسیک برای کسب سود

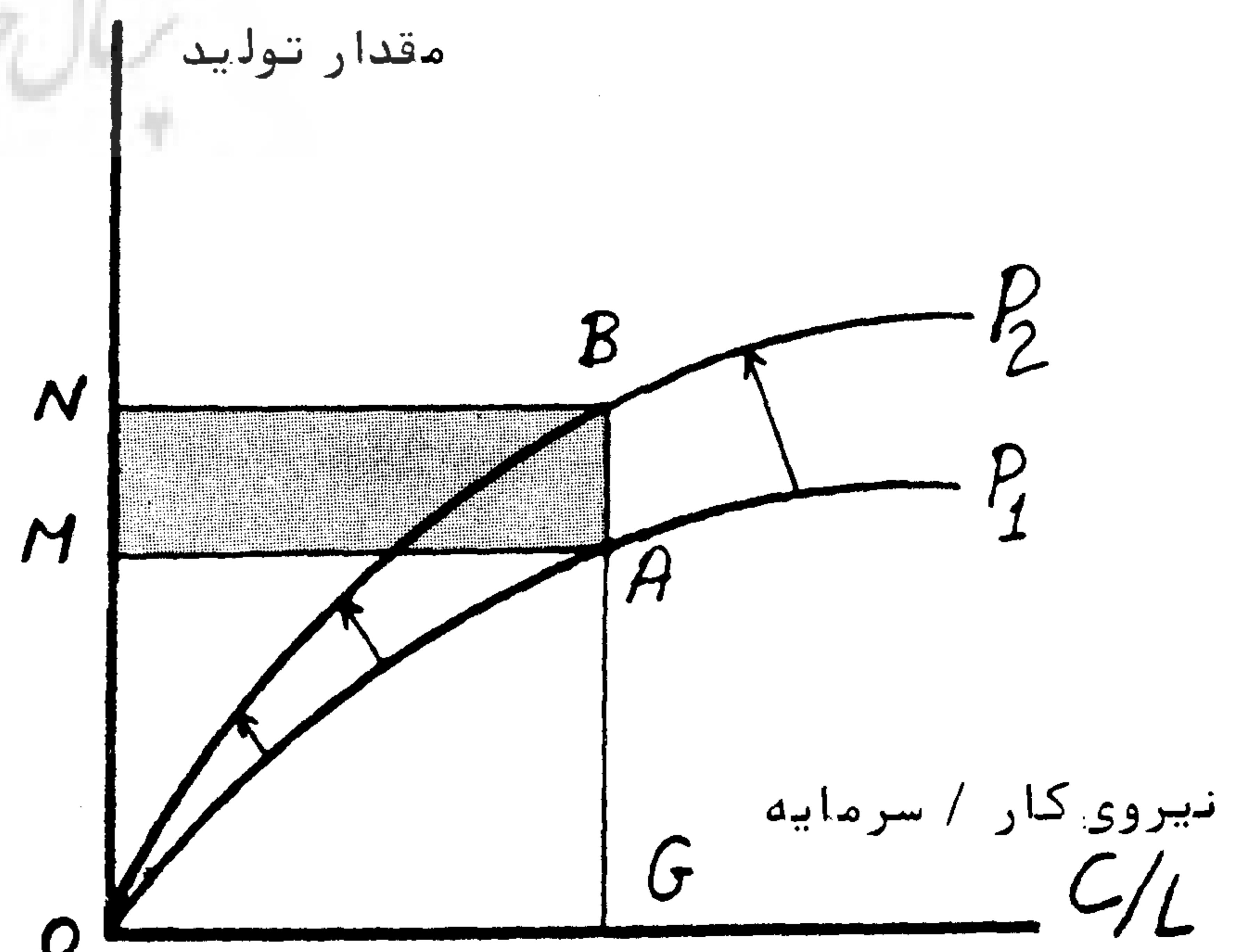
به سودآوری هم عموماً " در چهارچوبه بخش تولید مطرح می گردید، ولی بدیهی است، هزینه مربوط به بخش تولید، یعنی هزینه تولید یک محصول صنعتی، تنها بخشی از قیمت تمام شده آن را تشکیل می دهد و هزینه های دیگر از قبیل هزینه اداری و هزینه فروش نیز در قیمت تمام شده محصول تولیدی تاثیر دارند^{۲۲} . هنگامی که تحلیلهای مربوط به سودآوری در بخش تولید محدود شد، بالطبع تا حدود زیادی از توجه به دیگر انواع هزینه ها بازماند، در صورتی که لازم بود سایر هزینه ها به سبب آنکه در قیمت تمام شده محصول دخالت دارند، مورد بررسی واقع شوند. از سوی دیگر، با اشباع نسبی تقاضا برای محصولات صنعتی در جوامع پیشرفته صنعتی، افزایش رقابت بین موسسات تولیدی، بالا رفتن انواع هزینه ها، دخالت دولتها در امر تولید و توزیع از راه وضع قانون و استانداردها، اهمیت پیدا کردن سطح درآمد مردم برای موسسات تولیدی و توجه مصرف کنندگان به کیفیت کالا سبب گردید که برای با لای بردن سودآوری موسسه تولیدی تنها به افزایش ظرفیت تولیدی کفایت نکند. این بار، دیگر موسسات تولیدی این مساله را دریافتند که هم عوامل منبعث از نحوه کار و سازماندهی خود موسسه و هم عوامل خارج از موسسه در نهایت امر روی محصولات آنها از حیث به فروش رفتن یا نرفتن آنها تاثیر دارند. در این مرحله روشها و آثار جدید پا به میان

انجام شده در سطح خوبی است یا خیر؟ بنابراین در مفهوم سودآوری، درجه استفاده از سرمایه بر استفاده تنها از سرمایه تقدم دارد.

از آنجا که خودکار کردن خطوط تولید معمولاً با سرمایه گذاری قابل توجه و پرحجم میسر است طبیعی است که تحلیل این سرمایه گذاری در خصوص اینکه آیا این نوع سرمایه گذاری سودآور است یا خیر، صورت پذیرد. وقتی خودکار کردن عملیات با حجم زیادی از سرمایه متحقق می شود، سودآوری این سرمایه و یا سودآوری عمل فوق مورد بحث واقع می شود. در یک فعالیت اقتصادی، زمانی یک سرمایه گذاری پرحجم صورت می گیرد که پیشاپیش از سودآوری آن اطمینان حاصل شده است. با این اعتبار می توان به این نتیجه رسید که رشد جریان اتوماتیک سازی خطوط تولید در موسسات تولیدی کشورهای پیشرفته صنعتی بدون سودآوری لازم قابل تصور نیست. موضوع اصلی این است که وجوه مختلف روابط بین خودکار کردن عملیات و سودآوری را کشف و مشخص کنیم، لذا برای این منظور باید تصور درستی از مفهوم سودآوری داشته باشیم.

وقتی در آثار و روشهای کلاسیک، به مفهوم سودآوری و یا سوددهی برمی خوریم، این نکته معلوم می شود که مفهوم سودآوری با مفهوم سوددهی مرتبط هستند. هر دو مفهوم و مخصوصاً " مفهوم سوددهی در بخش تولید موسسه صنعتی مطرح و برای افزایش سودآوری موسسه تولیدی به طرز ترکیب سرمایه و نیروی کار در بخش تولید موسسه عنایت شده است. مثلاً" کوشش بر آن است که روشهای جدید تولید از تغییر ترکیبات نیروی کار و سرمایه در بخش تولید موسسه صنعتی به دست آید (شکل ۲). علت این تمایل هم بیشتر این است که در اوائل کار تولید صنعتی معمولاً " تقاضای محصولات صنعتی نسبت به مقدار تولید در حد بالایی قرار دارد و موسسات تولیدی برای با لای بردن میزان سود خود، کافی می دانستند که به حجم تولید بیفزایند. به این مناسبت بخش تولید موسسه تولیدی به عنوان بخش افزایش دهنده میزان سود و با لای برنده درجه سودآوری موسسه تلقی می شد و مطالعات مربوط

گذاشتند و خود محصول تولید شده در درجه اول اهمیت قرار گرفت. مطابق آنچه در آثار و روشهای جدید مطرح است، هرگونه روش جدید تولیدی باید از حیث تاثیرش بر محصول نهایی موسسه صنعتی مورد بررسی قرار گیرد. در روشهای جدید مثل روشهای کلاسیک، صحبت از تعیین چگونگی ترکیب کار و سرمایه در بخش تولید نیست بلکه صحبت از این است که چه ترکیبی و یا چه نسبتی از عوامل کار و سرمایه، در کل موسسه تولیدی بر محصول نهایی تاثیر مثبت دارد، یعنی نحوه ترکیب کار و سرمایه نه تنها در بخش تولید بلکه در کلیت موسسه تولیدی با محصول تولیدی موسسه ارتباط دارد. زیرا در حال حاضر، خود محصول تولیدی از جهت اینکه از عوامل داخلی موسسه تولیدی نظیر بخش تولید، بخش تدارکات، بخش مالی، بخش فروش و غیره متاثر است، اهمیت پیدا کرده است. اگر مطابق شکل ۳ نسبتی از کار و سرمایه میزان تولید را از سطح P_1 به سطح P_2 برساند، در این صورت این نوع از سازماندهی بین سرمایه و نیروی کار و یا این نوع از تکنولوژی به مقدار MN سود آور خواهد بود. زیرا وقتی با نسبت $\frac{C}{L}$ ، سطح تولید P_1 موجود است و سپس با ایجاد تغییر در سازماندهی سرمایه و نیروی کار و یا به عبارت دیگر، با استخدام تکنولوژی جدید و تشکیل نسبت $\frac{C}{L}$ سطح تولید P_2 به دست می آید در این صورت مقدار تولید از OM به ON رسیده است.



شکل ۳ - توضیح سطح سود و یا سطح تکنولوژیک جدید در روشهای نوین

بدین ترتیب معلوم می شود که روشهای جدید در بررسی سودآوری، نسبت به روشهای کلاسیک، دید کلی علمی، دارند. روشهای جدید نه تنها بخش تولید، بلکه سایر بخشهای یک موسسه تولیدی را برای تحلیل سودآوری مورد مطالعه قرار می دهند. این هم معقول و لازم است زیرا سرمایه گذاری فقط در بخش تولید صورت نگرفته بلکه سایر بخشها هم از طریق سرمایه گذاری و صرف هزینه، انجام وظیفه می کنند و این طبیعی است که سودآوری سرمایه در کل موسسه تولیدی مورد بحث قرار گیرد همانگونه که خود سود هم از کلی فعالیت موسسه متاثر می شود. خودکار کردن عملیات از دیدگاه روشهای جدید، وقتی سود آور محسوب می شود که بر محصول نهایی موسسه از جهت فروش آن تاثیر مثبت بگذارد. برای این منظور باید تمام بخشهای موسسه به شکل سودآور و سودده کنار کنند. مثلاً باید فرآیند بازاریابی به صورت سودده به انجام وظیفه بپردازد، به این معنی که در کناراتخاذ تدابیری در جهت تقلیل هزینه های مربوطه، افزایش اعتبار موسسه، استخدام پرسنل مجرب و تحصیل کرده، تسهیل وظایف و امور بازاریابی و غیره نیز تا مین گردد. بازاریابی سودده، در واقع، مفهوم توسعه یافته بازاریابی کلاسیک است که از طریق ایجاد روشهای جدید مطرح می شود و هدف آن تاثیر گذاری مثبت به انواع راههای مستقیم و غیر مستقیم بر محصول نهایی موسسه است، نظیر همین توسعه مفهوم در رویه های اندازه گیری مشاهده می شود. حالا دیگر به جای مقیاس نارسای دستمزد مستقیم پرداختی در واحد زمان مفهوم وسیع مقدار سود در واحد زمان و سودآوری بکار می رود که نتیجه فعالیت کلی موسسه را به اعتبار تمام بخشها و تصمیم گیریها و سرمایه گذاریهای آن منعکس می سازد. از آنجا که خودکار کردن عملیات در یک موسسه تولیدی از جهات مالی، تکنولوژیک، بازدهی، پرسنل، تامین منابع مالی، افزایش حجم تولید، اعتبار موسسه، کیفیت محصول، بهبود روابط کاری، استخدام پرسنل تحصیل کرده، بهبود روابط صنعتی، کاهش ضایعات، کاهش قیمت تمام شده محصول، تولید، بازاریابی و غیره، تاثیرات مثبت به وجود می آورد، لذا مطالعه

آثار و نتایج آن هم باید با روشهای جدید صورت پذیرد . بطور اجمال باید بخاطر داشت همانگونه که خودکار کردن عملیات واقعه جدیدی محسوب می شود ، مطالعه این واقعه و نتایج آن هم در حیطه تئوری و روشهای جدید میسر است . روشهای کلاسیک در باب سودآوری عموماً " به روابط سرمایه و نیروی کار در بخش تولید می پردازد و مطالعات خود را در بخش تولید متمرکز می کند در صورتی که در روشهای نوین علاوه بر بخش تولید ، سایر بخشها ، فعالیتهای سرمایه گذاریها ، تصمیم گیریها و خلاصه کلیت موسسه تولیدی از لحاظ ترکیب سرمایه و نیروی کار مورد بررسی واقع می شود . اگر روشهای کلاسیک اساس تحلیل اتوماسیون واقع شود ، ممکن است پاره ای از تاثیرات مثبت و سودآور آن در بخش تولید ، معلوم و مشخص شود ولی این بخش از تاثیرات مثبت ، همه تاثیرات مثبت خودکار کردن عملیات نخواهد بود ، بلکه باید ابتدا بپذیریم که :

۱ - سودآوری یک موسسه تولیدی تنها با بخش تولید آن ارتباط ندارد بلکه هم عوامل داخل و هم عوامل خارج موسسه تولیدی بر سودآوری آن تاثیر گذارند و

۲ - خودکار کردن عملیات وقتی سود آور است که به اعتبار عوامل داخل و خارج موسسه صنعتی سبب تحولات مناسب به نفع سودآوری باشد . به این ترتیب روشهای نوین در باب مطالعه سودآوری خودکار کردن عملیات مبنای عمل خواهد بود .

ج - روابط بین خودکار کردن عملیات و سودآوری

خودکار کردن عملیات از جهت منشاء آن یک مفهوم تکنیکی است و نمایانگر تطبیق پیشرفتهای تکنولوژیک در تولید و خدمات است . در مقابل ، سود یک مفهوم مالی است و نتایج فعالیتهای گوناگون یک موسسه تولیدی به واحد پول را منعکس می کند . در صورتی که فعالیتهای داخل موسسه از قبیل سرمایه گذاریها ، تصمیم گیریها و نیز حوادث خارج موسسه ، که تاثیر مستقیم و یا غیر مستقیم بر فعالیت آن دارد ، در جهت اهداف موسسه باشد ، میزان سود افزایش پیدا خواهد کرد .

بطور اصولی باید به این نکته توجه کرد که خودکار کردن عملیات از آن جهت در موسسات تولیدی اتفاق می افتد که در جهت اهداف موسسات تولیدی تاثیر مثبت خواهد داشت . وقتی موسسه به اهدافش می رسد سطح سود آن افزایش می یابد و لذا خودکار کردن عملیات به این دلیل که در جهت اهداف موسسات تولیدی موثر واقع می شود حجم سود آنها را بالا می برد . خودکار کردن عملیات ، در واقع از کاربرد پیشرفتهای تکنولوژیک در تولید و خدمات حاصل شده ، نوعی تکنولوژی است و چون دیگر تکنولوژیها دارای وجوه سخت افزار و نرم افزار می باشد . وجه سخت افزار تکنولوژی بیشتر با جنبه های مادی آن مثل دستگاهها ، تجهیزات ، ابزارو آلات ، مواد خام و غیره مربوط است و وجه نرم افزار آن با جنبه های غیرمادی چون سطح تجربه و معلومات پرسنل ، دانش طرز تولید ، روش و نوع سازماندهی ، ظرفیت مدیریت ، قدرت تخمین و برنامه ریزی ، نحوه تاثیر تصمیم گیری و غیره در ارتباط است^{۲۶} . بیشتر از این باید اذعان داشت که خودکار کردن عملیات یک پیشرفت تکنولوژیک در امر تولید است ، زیرا بطور کلی هر پیشرفت تکنولوژیک عبارت از روندی است که به پیدایش امکان تولید نوین و یا سبب تولید محصول پیشرفته تری منجر می شود^{۲۷} . ذکر این نکته نیز لازم است که وقتی در یک واحد تولیدی و یا موسسه صنعتی خودکار کردن عملیات متحقق می شود ، چه در وجه سخت افزار و چه در بخش نرم افزار آن ، موارد عدیده و خاصی مشاهده می شود که در سایر انواع تکنولوژیها از این موارد یا اصلاً وجود ندارد و یا کمتر قابل مشاهده است . لازمه پرداختن به موارد ویژه نرم افزار خودکار کردن عملیات ، احاطه به خمیصه های سخت افزاری آن است که بعداً " به فراهایی از آن اشاره می شود ولی در اینجا می باید ویسژگیهای سخت افزار آن و نقش برخی از ماشینها ، دستگاهها ، ابزار و سیستمهای اتوماتیک تاحدودی معین شود تا ارتباط خودکار کردن عملیات با سودآوری به آسانی قابل بررسی و تبیین باشد .

۱- نقش کامپیوتر

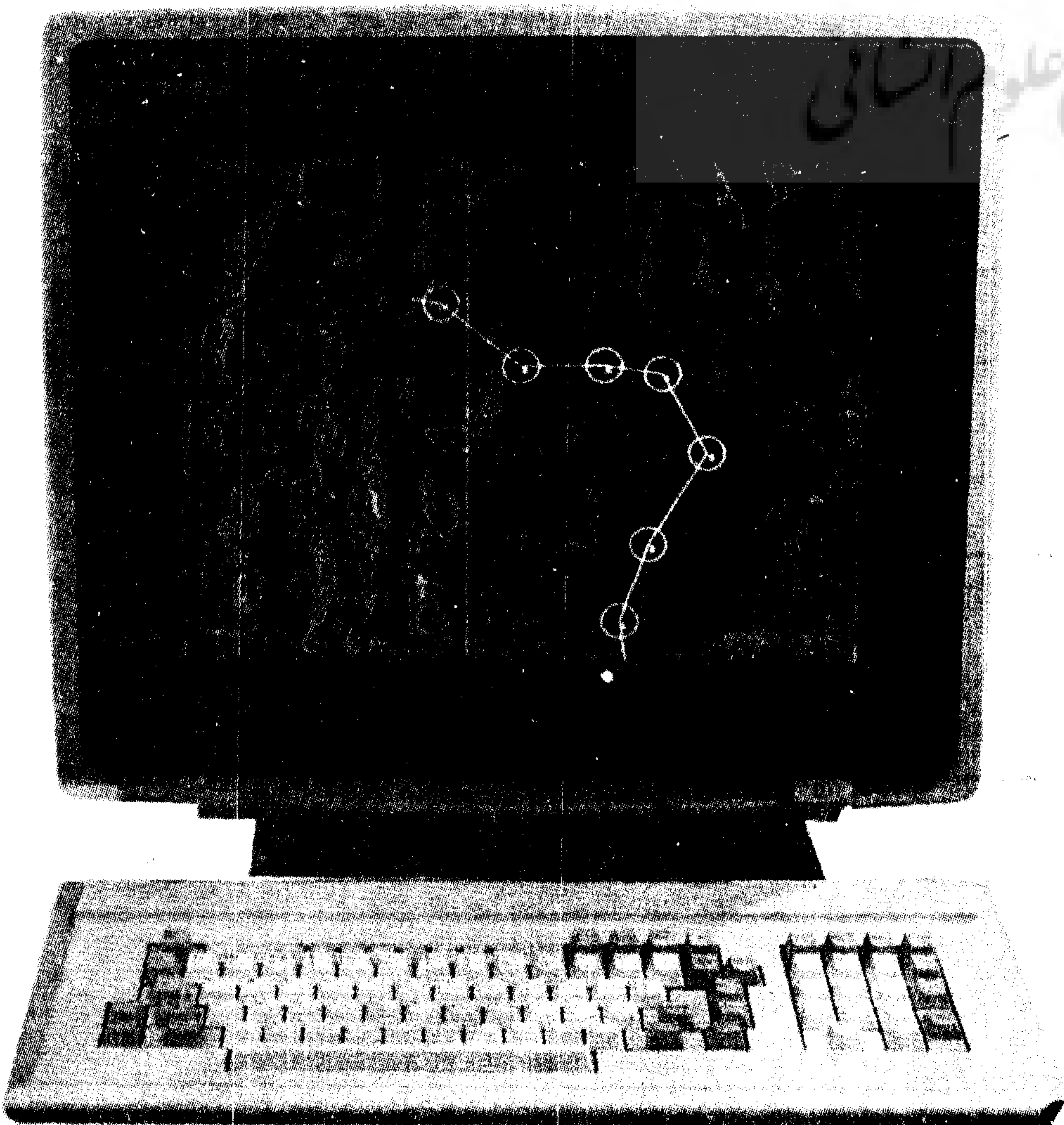
کامپیوتر با دو ویژگی سرعت فوق العاده زیاد در عملیات محاسباتی و انباشتن اطلاعات حجیم و متفاوت در حافظه، تناسب فراوانی با نیازمندیهای خطوط تولید اتوماتیک دارد. کامپیوتر از جمله سخت افزارهای موجود در خطوط تولید اتوماتیک است که پیشرفتهای تکنیکی مربوط به آن با سرعت به وقوع پیوسته است و امروزه پیشرفتهای مربوط به کارکرد کامپیوترها ادامه دارد و طبیعتاً این امکان به وجود می آید که کامپیوترهای بسیار پیشرفته تر در خطوط تولید اتوماتیک بکار گرفته شود. اصولاً خطوط تولید اتوماتیک، قابلیت درخور توجهی در خصوص بکارگیری پیشرفتهای تکنولوژیک از خود نشان می دهد و این احتمال پیشاپیش به وجود می آید که بسیاری از پیشرفتهای تکنولوژیک سودآور در این خطوط بکار گرفته شود.

واحدهای تولیدی اتوماتیک احتیاج اساسی به کامپیوتر دارد، با این تفاوت که نسبت به بزرگی واحد تولیدی اتوماتیک و نیز با توجه به تعداد عملیات تولیدی و غیر تولیدی، وسعت و زمینه این احتیاج متفاوت خواهد بود. آن دسته از واحدهای تولیدی اتوماتیک که خطوط طولانی و پیچیده دارند کامپیوترهایی با ظرفیت بالا نیازمندند. انتخاب نوع سیستم کامپیوتری و سودآور بودن آن به خصوصیات، ترجیحات، احتیاجات و مقیاسهای ارزیابی واحد تولیدی بستگی دارد. ولی عموماً آن بخش از سیستمهای کامپیوتری موثر و سودآورند که درک روابط موجود در آنها راحت و ساده، کارشان عملی و منطبق با نیازها، حافظه هایشان متناسب با اطلاعات موجود در واحد تولیدی، و هزینه تمام شده آنها حداقل باشد. از جمله عوامل پر هزینه در سیستمهای کامپیوتری عامل نیروی انسانی متخصص است که بر اثر پیشرفتهای تکنولوژیک در سیستمهای کامپیوتری و انتقال برخی از وظایف عامل انسانی متخصص به فرایندهای نرم افزار و سخت افزار سیستم کامپیوتری، تدریجاً نیاز به عامل انسانی کاهش پیدا کرده، انتظار می رود احتیاج

سیستمهای کامپیوتری به عامل انسانی متخصص، رفته رفته کاهش بیشتری پیدا کند. با وجود این تحولات، آنچه در خطوط تولید اتوماتیک اهمیت اساسی دارد ظرفیت عملیاتی و داده پردازی و نیز ظرفیت داده نگهداری کامپیوترهاست، اینگونه ظرفیتهای در کامپیوترهای بزرگتر فراهمتر است در صورتی که در کامپیوترهای کوچکتر این امکان کمتر فراهم است.

بر اثر وجود سیستمهای کامپیوتری گوناگون از یک طرف، و امکان انتخاب ظرفیتهای مختلف در یک سیستم کامپیوتری معین از طرف دیگر، این امکان پیش می آید که واحدهای تولیدی اتوماتیک بسته به نوع احتیاجات خودشان و با در نظر گرفتن ظرفیت عملیاتی واحد تولیدی چنان سیستم کامپیوتری انتخاب کنند که هزینه های آنها را در حد متعادل و در جهت افزایش سود نگهدارد و از خطر گذر به سیستمهای بزرگتر، که حجم سرمایه گذاری بیشتر و در نتیجه هزینه سنگین تری را در بر دارد و به عنوان یک بار همیشگی می تواند موجب کاهش سود واحد تولیدی گردد، خودداری کنند.

واحد تولیدی اتوماتیک پس از انتخاب سیستم کامپیوتری مشخص دارای یک حجم معینی از حافظه و یا سطح معلومی از هوش مصنوعی خواهد بود. وسعت



حافظه به واحد تولیدی اجازه می دهد که تغییرات تحولات جدید را در خط تولید اجرا کند و یا برنامه های تازه ای را به مرحله عمل درآورد. امروزه تمام اینها به وسیله کامپیوترهای رقمی قابل انجام است. این نکته در اینجا گفتنی است که احتیاج به اطلاعات و داده پردازی در واحدهای تولیدی اتوماتیک یک احتیاج اساسی و مبرم است و تغییر و تحولات به وجود آمده نه در منطق و لزوم کار، بلکه در وسایل و ابزار کار صورت پذیرفته است. به این جهت باید تصریح کرد که توسعه و پیشرفت در ابزار و وسایل کار سیستمهای کامپیوتری بکار گرفته شده در واحدهای تولیدی اتوماتیک، هماهنگ با بروز نیازهای نوین در این واحدها ادامه خواهد یافت. این نیازهای نوین بیشتر از این جهت در واحدهای تولیدی اتوماتیک مطرح می شوند که در این واحدها همیشه سعی بر این است که سودآوری بالاتر از طریق راندمان بهتر، کیفیت و سرعت تولیدی پیشرفته تر، سازماندهی موثرتر، تولید انعطاف پذیرتر، تکنولوژی جدیدتر و در یک کلام، به وسیله اهداف بالاتر تامین و تحمیل شود.

۲- آدماهای آهنی^۴

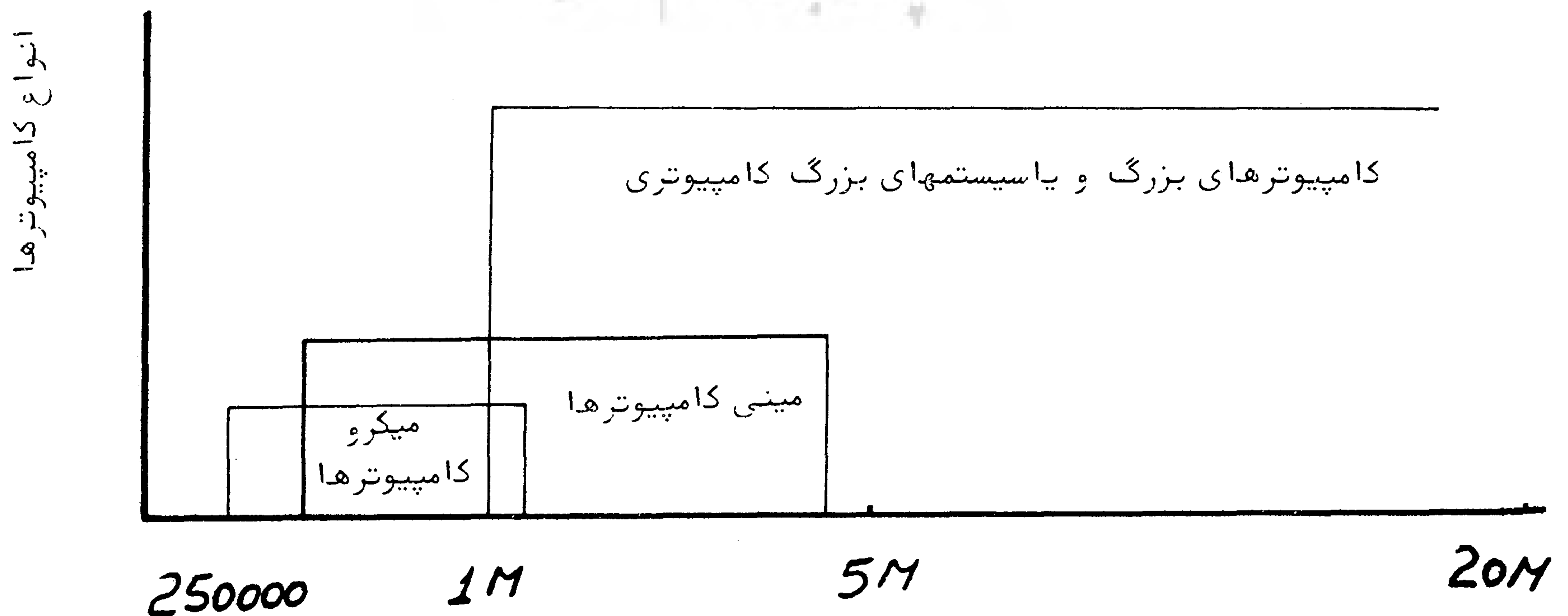
در حال حاضر آدماهای آهنی که در شاخه های مختلف صنایع مورد استفاده است به عنوان ماشینهای

مدرن و اتوماتیک قابل هدایت و برنامه ریزی می توانند تعریف شوند. این آدماهای آهنی قادرند در محلهای متفاوت خطوط تولید اتوماتیک وظایف گوناگون تولیدی را تحت تاثیر یک برنامه از پیش نوشته شده بجا بیاورند. گاهی ممکن است یک آدم آهنی جای یک اپراتور را در خط تولید بگیرد و زمانی این امکان وجود دارد که یک کار مشکل و یا خطرناک به عهده آدم آهنی واگذار شده باشد. بطور کلی سه نوع آدم آهنی وجود دارد:

۱- آدماهای آهنی ای که دارای موقعیت ثابت هستند و نمی توانند از محلی به محل دیگر حرکت کنند و معمولاً دارای سیستم بازخور نمی باشند. به عبارت دیگر، رابطه ای بین خروجی و ورودی آنها وجود ندارد و قادر به تصحیح خطای احتمالی روی خروجی خود نمی باشد.

۲- آدماهای آهنی ای که متحرک بوده و دارای سیستم بازخور می باشند و بنابر این قادر هستند تغییرات و یا خطاهای احتمالی روی خروجی خود را تصحیح نمایند. به علاوه، می توانند طبق برنامه معین در خط تولید به کارپردازند و در مقابل حوادث پیش بینی نشده محیط کار، در چهارچوب وظیفه اصلی خود، برنامه جدید عملیاتی تولید کنند.

۳- آدماهای آهنی ای که دورادور قابل هدایت و کنترل هستند و یک اپراتور خط تولید می تواند آنها را از دور کنترل کند و به وسیله آنها آدماهای آهنی ای



عملیات مختلف تولیدی را انجام دهد.
با وجود اینکه آدمهای دارای انواع متفاوت هستند، برای تمام آنها دو خصوصیت عمومی قابل ذکر است: ۱- قابلیت تغییر یابندگی و ۲- قدرت انطباق با محیط کار.

قابلیت تغییر یابندگی يك آدم آهنی با ظرفیت هندسی و مکانیکی آن مرتبط است. بدین معنی که يك آدم آهنی برای انجام دادن وظایف گوناگون باید دارای ظرفیت فیزیکی باشد و بتواند روشهای گوناگونی برای به جا آوردن وظایف ساده در پیش بگیرد. معنی دیگر قابلیت تغییر یابندگی این است که يك آدم آهنی بتواند در صورت نیاز برای به انجام رساندن وظایف دیگر تغییر ساختار و یا تغییر شکل بدهد و اصولاً وضعیت هندسی و مکانیکی آن مانع چنین تغییری ساختاری نباشد تا اینکه از حیث ایفای وظایف، تطبیق آن با وضعیت جدید میسر گردد.

در صورتی که يك آدم آهنی به هنگام انجام دادن وظایفی که قبلاً برای آنها برنامه ریزی شده با تغییرات اوضاع حاکم بر محیط کار و یا خط تولید مواجه گردیده و علی رغم این تغییرات بتواند در جهت انجام وظیفه اصلی، خود را با اوضاع جدید وفق دهد و بدین ترتیب وضعیت جدید مانع انجام وظیفه او نگردد، در آن صورت چنین آدم آهنی دارای قدرت انطباق با محیط کار است که عموماً:

۱- دارای ابزار و آلاتی هستند که به وسیله آنها می توانند اوضاع محیط را دریابند. این آلات و ابزار، حس کننده نامیده می شوند.

۲- می توانند در چهارچوب برنامه اصلی خود، برنامه های جدید عملیاتی تولید کنند.

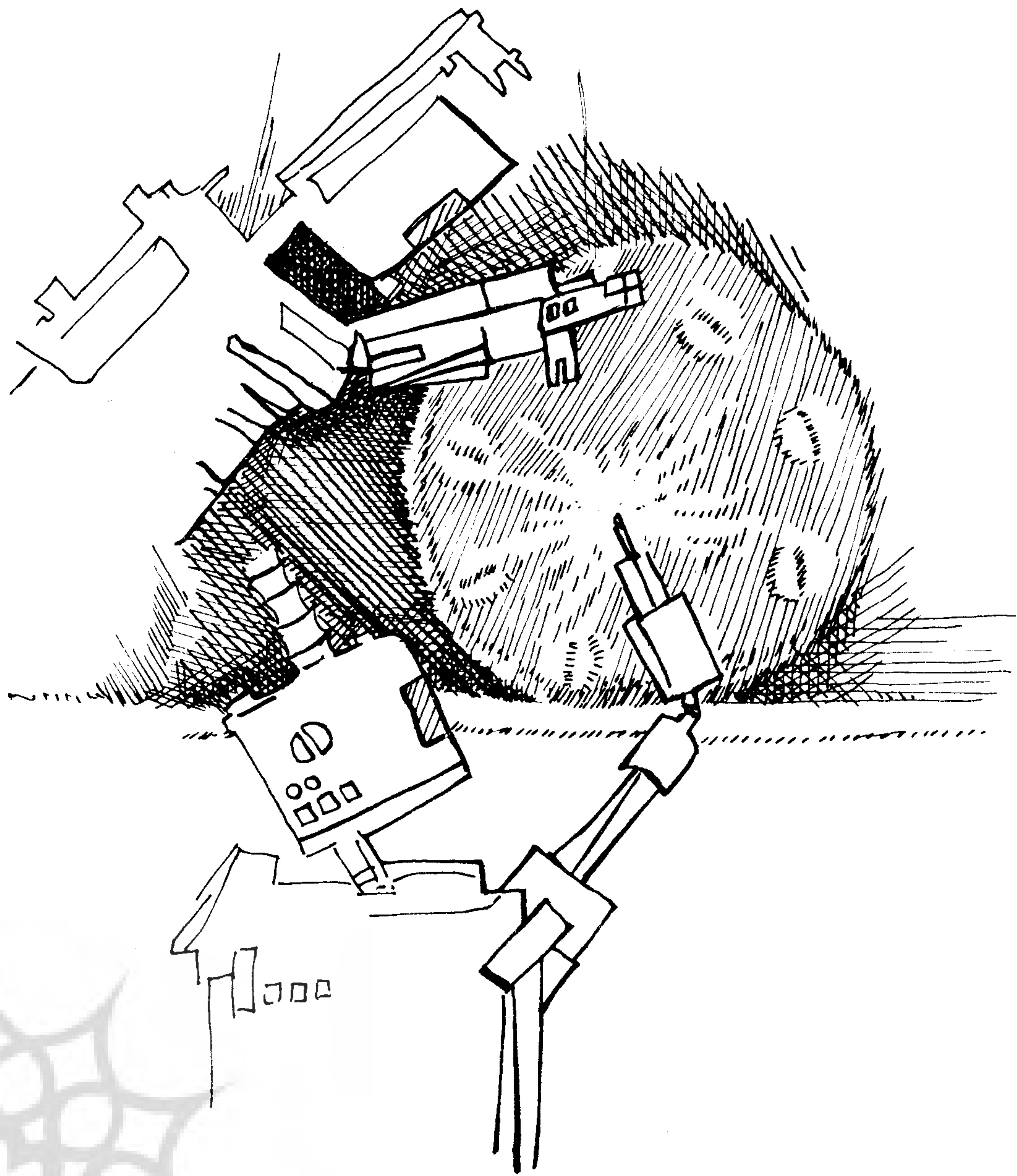
۳- دارای سیستمهای کنترل و هدایت اتوماتیک هستند.

قابلیت تغییر یابندگی تقریباً در تمام آدمهای آهنی قابل مشاهده است و تنها به درجه آزادی آن بستگی ندارد بلکه در عین حال به عملیاتی بستگی دارد که آنها را انجام می دهد. مثلاً قابلیت تغییر یابندگی يك آدم آهنی بسته به اینکه چه اجسامی را می خواهد از روی زمین بلند کند فرق خواهد کرد.

صنایع اتوموبیل سازی، پیشگام استفاده از تکنولوژی آدم آهنی بوده اند. از سال ۱۹۶۱ شرکت جنرال موتورز (GM) آدمهای آهنی جوشکار را در خط تولید بکار گرفته است. اصولاً شاخه ای از صنایع، که بیشترین تعداد آدم آهنی را در خط تولید بکار گرفته، صنایع اتوموبیل سازی است که بیشترین استعداد را برای خودکار شدن عملیات از خود نشان می دهد. در کنار این واقعیه باید یادآور شد که کاربرد آدم آهنی علاوه بر صنایع مختلف در بخش خدمات نیز توسعه یافته است که نمونه بارز آن خودکار شدن عملیات بانکهاست. آدمهای آهنی علاوه بر بخشهای مختلف صنعت و خدمات در لابراتوارهای تحقیقاتی و آزمایشهای فضایی نیز بکار گرفته می شوند.

بکارگیری آدمهای آهنی در خطوط تولید سبب تامین راندمان فوق العاده و سودآوری سطح بالا می گردد، گرچه در بعضی از کشورهای پیشرفته صنعتی سعی می شود که بدون اتکا به آنها سیستمهای تولیدی سود ده طراحی شود ولی میزان موفقیت این کار هنوز معلوم نشده است. بررسیهای انجام شده در سطح دنیا و در کشورهای توسعه یافته صنعتی نشان می دهد که زمینه های استفاده از آدم آهنی روبه گسترش است که دلیل عمده این امر سودآور بودن استفاده از آنها است بطوریکه به نسبت تفاوت وضع اقتصادی، مالی و تکنولوژیک کشورها، تخصیص آدمهای آهنی به شاخه های گوناگون صنعتی صورت گرفته است.

استفاده از آدم آهنی در صنایع مختلف بسیاری از اوقات به صورت منفرد است، یعنی اکثراً يك آدم آهنی به صورت تنها، عملی چون باربرداری، جوشکاری، رنگرزی و یا کنترل را بعهده دارد و خیلی از اوقات هم کاری که به عهده آن واگذار می شود مشکل، خطرناک و یا تنگنای تولیدی است. در عین حال، آدمهای آهنی به صورت گروهی و تحت هدایت کامپیوتر قابل بکارگیری هستند. این نوع از بکارگیری معمولاً در کارخانه هایی صورت می گیرد که دارای وضعیت پیشرفته تری از خودکار کردن عملیات خط تولید هستند. آدم آهنیهای صنایع علاوه بر اینکه دارای راندمان، سرعت، دقت و کیفیت بالای عملیاتی هستند، این

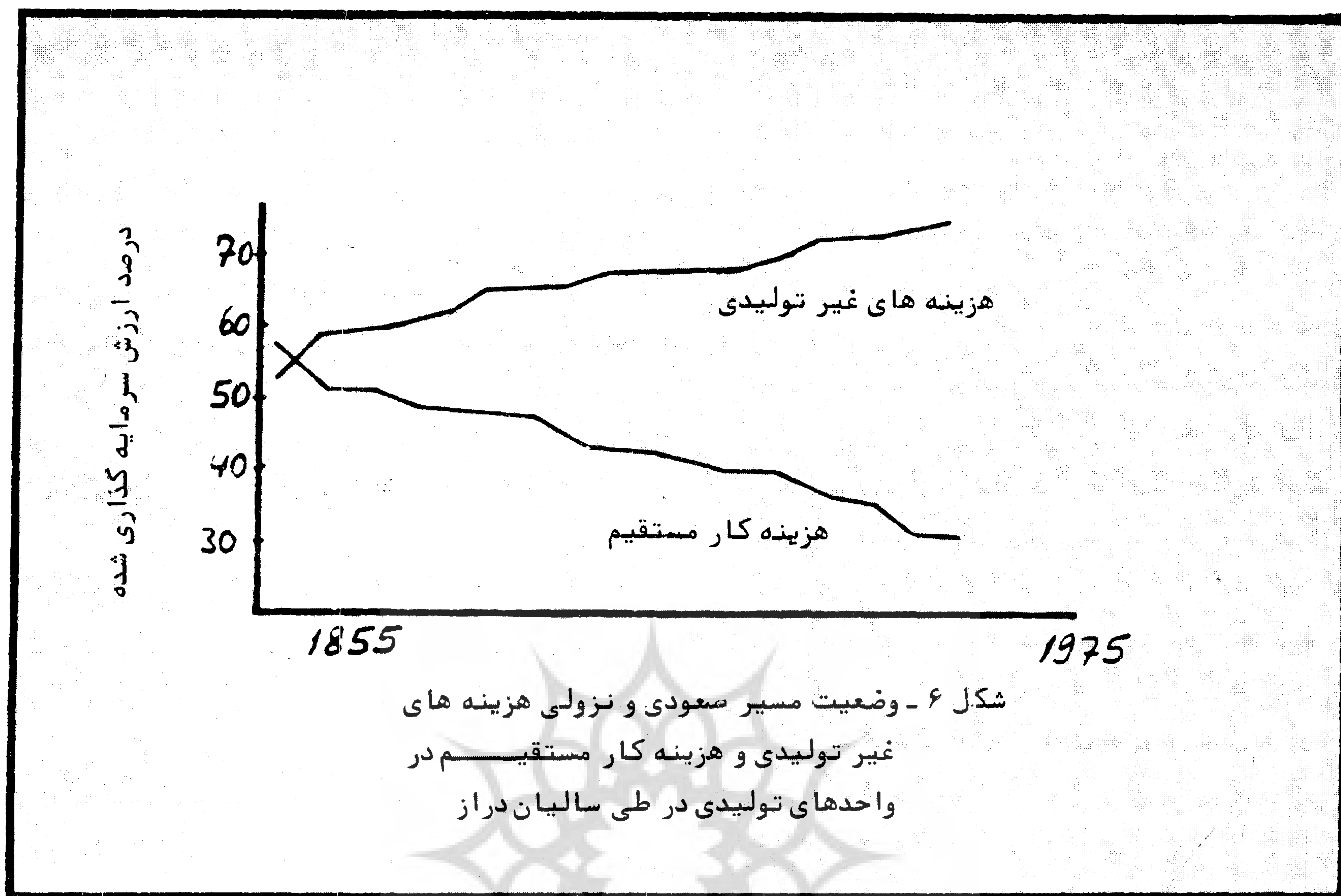


از خط تولید مثل احزاب و سندیکاها متاثر نمی شوند و چون مورد اعتصاب، برخورد منافی بین مدیریت و واحد تولیدی و کارگران پیش نمی آید و از این طریق هم هزینه‌ای بر واحد تولیدی عارض نمی شود.

تحولاتی نظیر موارد مذکور سبب می شود که سهم هزینه کار مستقیم نیروی انسانی در هزینه محصولات تولیدی واحدهای تولیدی کاهش پیدا کند. اصولاً مطابق تحقیقات انجام شده معلوم گردیده است که از سال ۱۸۵۵ تا سال ۱۹۷۵ به موازات پیشرفت‌های تکنولوژیک در عین حال که به تدریج سهم هزینه کار مستقیم نیروی انسانی در واحدهای تولیدی تقلیل پیدا کرده، در همان حال، سهم هزینه‌های غیر تولیدی مربوط به نیروی کار از قبیل دستمزد، بیمه، افزایش حقوق و دستمزد، اضافه کاری، بهداشت و درمان، مسکن، مرخصی و غیره افزایش یافته است. این وضعیت در شکل ۶ نشان داده شده و موید این است که بکارگیری آدم آهنی بر اثر خودکار شدن عملیات خطوط تولید علاوه بر اینکه سبب کاهش هزینه‌های مستقیم نیروی کار در خطوط تولید می گردد، باعث برطرف شدن هزینه‌های کناری و غیر تولیدی نیروی کار نیز می شود. تمام این عوامل در کاهش هزینه‌ها و افزایش راندمان و سودآوری تاثیر مستقیم دارند.



امکان را نیز دارا هستند که بسیاری از عملیات طاقت فرسا و غیر قابل انجام از طرف اپراتورها را متقبل شوند و برخلاف عامل انسانی، یعنی اپراتور خط تولید، قادرند سه شیفت متوالی بکار پردازند و در این خصوص نه منع قانونی و نه محدودیت‌های فیزیولوژیکی نیروی کار وجود دارد. به همین دلیل از آدم‌های آهنی، و به عبارت دقیقتر از سرمایه تخصیص یافته به آنها با سرعت بیشتری استفاده می شود و در نتیجه، هزینه سرمایه در سطح واحد تولیدی تقلیل می یابد. آدم‌های آهنی هزینه‌های کنترل و سرپرستی را دارا نمی باشند. واحد تولیدی احتیاج ندارد که هزینه‌های مربوط به حذف سروصدا از خط تولید، تعدیل هوای خط تولید و فراهم آوردن روشنایی لازم برای خط تولید را متحمل شود، زیرا آدم‌های آهنی مثل اپراتورها احتیاجات معین زیستی و فیزیولوژیک ندارند. از سوی دیگر، برای اضافه کاری آنها هزینه اضافی پرداخت نمی شود و واحد تولیدی اتوماتیک برای آنها حق بیمه، حق مسکن، هزینه ایاب و ذهاب و غیره نمی پردازد. آدم‌های آهنی احتیاج به افزایش حقوق ندارند و از بابت بهداشت و درمان نیز هزینه‌ای بر واحد تولیدی بار نمی کنند. همچنین از محیط خارج



۳- ماشینهای (CNC)

بر این ، به این ماشینها ، ماشینهای نوار کنترلی و یا کنترل شونده به وسیله نوار نیز گفته می شود ، زیرا وقتی این ماشینها برنامه ریزی می شوند اطلاعات مختلف روی نوار ثبت می شود و در اختیار این ماشینها قرار می گیرد . برنامه هر ماشین CNC در موقع لزوم قابل تغییر است . با تغییر برنامه ماشین CNC ، ماشین می تواند سایر عملیات تولیدی را انجام دهد . به این جهت ماشینهای CNC دارای انعطاف تولیدی هستند . این هم سبب می شود که یک ماشین CNC جای چندین دستگاه ماشین غیر اتوماتیک را که هر کدام کارکردهای متفاوت دارند ، بگیرد . در نتیجه ، با بکارگیری ماشین CNC ضمن آنکه انعطاف خط تولید تامین می گردد ، کیفیت تولیدی سطح بالا ، سرعت و دقت کم نظیر تولیدی نیز حاصل می شود و واحد تولیدی اتوماتیک می تواند با یک سرمایه گذاری معین از چندین سرمایه گذاری مختلف جلوگیری کند و در عین حال به عنوان یک هزینه قابل توجه دستمزد مستقیم اپراتورها را حذف کند که تمام این عوامل باعث افزایش

ماشینهای CNC که به وسیله کامپیوتر بکار می پردازند از جمله ابزار مهم خطوط تولید اتوماتیک است . این ماشینها دارای انعطاف عملیاتی بالایی بوده و این ویژگی بسیار مفید را دارند که برای انجام کار روی اجسام و قطعات گوناگون برنامه ریزی شوند . برنامه ریزی یک ماشین CNC در واقع به این معنی است که وظایف و تواناییهای این ماشین در جهت اطلاعات و داده ها معینی تحت کنترل قرار گیرد . سیستمهای CAM و یا سیستمهای تولیدی به کمک کامپیوتر بطور اصولی از ماشینهای CNC بهره - برداری می کنند . ماشینهای CNC با کار بر روی قطعاتی که در اختیار آنها قرار می گیرد و با انجام دادن عملیاتی چون برش ، سوراخ سازی ، خم سازی و تراش به تولید محصولات نیمه ساخته و یا محصولات کامل (ساخته شده) می پردازند . ماشینهای CNC گاهی اوقات ماشینهای NC نامیده می شوند و علاوه

سودآوری خط تولید می‌شوند. در کنار این تحولات باید یادآور شد که ماشینهای CNC توانایی چشمگیری را در خصوص تولید قطعاتی که دارای ساختمان پیچیده هندسی هستند، دارا می‌باشند.^{۴۸} در صورتی که تولید به قطعاتی که دارای ساختمان پیچیده هندسی هستند در سایر ماشینهای غیر اتوماتیک عموماً " وقت گیر و توام با ضایعات و در نهایت همراه با کیفیت پایین تولید است."

۴- سیستم طراحی به کمک کامپیوتر (CAD)^{۴۹}

سیستم طراحی به کمک کامپیوتر، از جمله سیستمهای بسیار موثر و سودآور در واحدهای تولیدی اتوماتیک است. به کمک این سیستم، فرایند طراحی قبل از تولید، که شامل کار عده زیادی مهندس و تکنسین در ظرف مدت زیاد و هزینه سنگین است، حذف می‌شود. به وسیله طراحی به کمک کامپیوتر، قطعات و محصولات می‌تواند که قرار است تولید آنها صورت گیرد بر روی صفحه کامپیوتر مورد مطالعه و طراحی قرار می‌گیرد. قطعات از زوایا و دیدگاههای گوناگون و با گرداننده شدن روی محورهای مختلف بررسی می‌شوند. قطعه و یا محصول مورد طراحی ممکن است از جهات مورد نظر برش داده شود و یا به قطعاتی که از آنها متشکل است تجزیه گردد. به این ترتیب، محصول و یا قطعه مورد نظر روی صفحه رایانه مورد جرح و تعدیل قرار می‌گیرد.^{۵۰}

وقتی طراحی مورد نظر روی صفحه کامپیوتر به اتمام رسید طی دستوراتی خاص به کامپیوتر می‌توان یک کپی از طرح را به دست آورد و یا نوار تولیدی مربوط به محصول و یا قطعه طراحی شده را از کامپیوتر دریافت نمود. دو خطوط تولیدی اتوماتیک، که درجه خودکار شدن عملیات آنها پیشرفته تر است، نوار تولیدی دریافت شده از کامپیوتر در بخش خواننده ماشین CNC قرار می‌گیرد و به این صورت قطعه و یا محصول در ماشین CNC تولید می‌شود. در مراحل بالاتر، خود سیستم CAD مستقیماً به ماشین و یا ماشینهای CNC بسته می‌شود و اطلاعات مربوط به

جسم طراحی شده روی صفحه کامپیوتر به عنوان ورودی در اختیار ماشین CNC قرار می‌گیرد و این ماشین به کمک اشعه لیزر، جسم طراحی شده را از طریق برش، سوراخ سازی و غیره تولید می‌کند.^{۵۱}

علاوه بر طراحی قطعات و محصولات جدید دو سیستم CAD، محصولات و یا قطعات در حال ساخت و تولید نیز قابل طراحی دوباره در این سیستم می‌باشد. سیستم CAD کارآیی فوق العاده‌ای در طراحی دوباره دارد. بویژه وقتی این واقعیت در نظر گرفته شود که هشتاد درصد زمان طراحی دوباره صرف مطالعه دوباره طرحهای موجود می‌شود، در آن صورت معلوم خواهد شد که سیستم CAD با سرعت عملیاتی و طراحی فوق العاده چه مقدار از بروز هزینه‌های جدید جلوگیری می‌کند، مخصوصاً " اگر قرار باشد طراحی دوباره توسط پرسنل انجام شود. سیستم CAD با ذخیره تعداد بسیار زیادی از طرحهای استاندارد طراحی دوباره، اصلاح و تغییر طرحهای قبلی را با سرعت و کیفیت بسیار زیاد متحقق می‌کند. سیستم CAD برای تامین طرح جدید از طریق طراحی دوباره، تعداد طرحها را کاهش می‌دهد و با افزایش سود دهی طراحی، بالمال سودآوری واحد تولیدی را افزایش می‌دهد. در کنار این ویژگیها، باید این نکته را یادآور شد که سیستم CAD قادر است خصوصیات و اطلاعات مربوط به موادی را که آنها را مورد بررسی قرار می‌دهد از قرار میزان تحمل فشار، اصول مربوط به خاصیت مواد، محدودیتهای فیزیکی و شیمیایی، عوامل مربوط به حجم و سنگینی و نیز فرمولهای مهندسی را ذخیره کند. به این ترتیب سیستم CAD فرصت کافی برای مسئولان طراحی بوجود می‌آورد تا در زمینه طراحی، ایده و افکار و نیز روشهای نوین را گسترش دهند و علاوه بر محاسبات و تجزیه و تحلیلهای ریاضی و هندسی به جنبه‌های هنری و زیبایی طراحی نیز پردازند. امروزه، آن دسته از واحدهای تولیدی اتوماتیک که به سیستم CAD مجهز شده‌اند از کلیه توانها و ظرفیتهای نامبرده به بهترین وجهی استفاده می‌کنند و در بعضی از موارد توانسته‌اند از طریق طراحی موثر و دقیق، حذف زمان بسیار زیاد طراحی با

به دست آمده است.

- Hugh D. Luke, "Automation for Productivity", Beckers and Hayes Inc., New York, 1972, P. 2
- 3-Ibid
- 4-Peter F. Drucker, "The Promise of Automation", "Automation Implication For Future", editor: Morris Philipson, Random House Inc., New York, 1962, P. 216
- 5-John L. Barnes. "Fundamentals of Automation", "Automation In Business and Industry", editor: Eugene M. Grabbe, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1957, P. 34
- 6-Arslan Ozbey, "Mekanizasyon Ve Gunumuz - deki Onemi", Turkiye Ikisat Gazetesi, Sayl: 1746, 12 Haziran 1987, S.3
- 7-Richard J. Tersine, " Production / Operation Management: Concepts, Structure and analysis ", Elsevier North Holland, Inc., New York, 1980, P.2
- 8-Hugh D. Lude, OP. Cit., P.2
- 9-Numerically Controlled
- 10-Hugh D. Lude, OP. Cit., P.2
- 11-Pradip N. Khandwalla, "The Design of Organizations ", Harcourt Brace Javanovich, Inc., New York, 1977, P.458
- 12-V.L. Lossiyevskil, editor. " The Automation of Production Process". The Macmillan Company, New York, 1963. P. 5
- 13-D.Keith Denton. "Lessons On Applying High Technology: The Paul Mueller Company", Society For Advancement of Management (SAM), NO.1, Winter 1986, P.4
- 14-Ian Rodger, "Manufacturing Automation". Financial Times Survey, February 3, 1986, P.1
- 15-Latif Cakici, " Sanaye Isletmelerinde Rantabilite ", 2, Baskı, Ankara Universitesi, Siyasal Bilgiler Fakultesi Yayını. 1981, F.40
- 16-John D. Hey, "Uncertainty In Microeconomics". Martin Robertson and Company Ltd., Oxford, 1979, P.126
- 17-Daniel D. Luria, "New Labor-Management Models From Detroit", Harvard Business Review. NO.5, September-October 1986.P. 22
- 18-Samuel Richardson, "Mergers, Managers and

روشهای کلاسیک، کاهش فاصله طراحی و تولید، ایجاد طرحهای نوین و رقابت کننده، کاهش هزینه پرسنل طراحی به وسیله تقلیل تعداد نفرات و ۰۰۰ سود دهی فرآیند طراحی را تا حدود هفت برابر افزایش دهند که این تحولات به نوبه خود موجب افزایش سودآوری واحد تولیدی اتوماتیک می گردد.

۵- سیستم تولیدی به کمک کامپیوتر (CAM)^{۵۴}

اساس این سیستم، براین واقعیت متکی است که دیگر کارکرد دستگاه و یا ماشینهای مختلف تحت هدایت و کنترل برنامه کامپیوتر قرار دارد.^{۵۵} دراین سیستم، دستگاهها و ماشینهای خط تولید مطابق برنامه کامپیوتر به انجام کار می پردازند. برنامه مخصوص دستگاهها و ماشینهای خط تولید ممکن است توسط کامپیوتر روی کارتها و از طریق سوراخ کردن کارتها ثبت شود و در اختیار ماشین یا دستگاه مورد نظر قرار گیرد، یا اینکه کامپیوتر برنامه خاصی را روی نوار ضبط کند و سپس این نوار به دستگاه و یا ماشین معینی داده شود. نوع پیشرفته تر این سیستم آن است که خود کامپیوتر مستقیماً " به دستگاه و یا ماشین متصل می شود و بدون وجود کارت و یا نوار، عملیات تولید را هدایت می کند. درنوع پیشرفته این سیستم، آرمهای آهنی نیز تحت هدایت کامپیوتر به کار تولید می پردازند.^{۵۶} سیستم CAM ازآلات و ابزار، ماشینها، دستگاهها و نیز رباطها برای عملیات گوناگون استفاده می شود و بنابراین رکود سرمایه به حداقل و گردش و کارکرد آن به حد بالا و قابل توجهی می رسد که منجر به کاهش هزینه سرمایه و افزایش سودآوری خط تولید می گردد. اصولاً " انعطاف پذیری خط تولید با امکان افزایش سودآوری رابطه مستقیم دارد.

- 1-Donald P. Kinney. "Personel Computers In Business", ANACOM (a division of American Management Association), New York, 1985. P. 215

۲- کلمه اتوماسیون از ترکیب دو کلمه Automatic-Operation

- B. Hoyt, Macmillan Information, a division of Macmillan publishing Co., Inc. New - York, 1978, P. 171
- 34-Robots
- 35-Philippe Coiffet, "Robot Technology", Volume 1, Prentice-Hall, Inc., 1981 P. 7
- 36-Geometric
- 37-Sensor
- 38-Degree of Freedom-Dof
- 39-Sevki Dorsay, "Sanayi Robotlari". Istanbul Sanayi Odasi Dergisi, Sayı: 21, Yil: '15, Nisan 1984, P. 21
- 40-Gene Brilinsky, "Invasion Of The Service Robots", Fortune International No. 19, September 14, 1987. P. 65
- 41-Ronald D. Jones, "Robots For The Moon and Mare", Computers and People, Vol. 35, Nos. 5-6, May-June, 1986. P. 13
- 42-Philippe Coiffet, "Robot Technology". Volume 2, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1983, P. 7
- 43-Fred Best, "Technology and The Changing World Of Work", The Computerized Society", editor: Edward Cornish, World Future Society, Bethesda Maryland, 1985. P. 9
- 44-Jeffrey G. Miller and Thomas E. Vollman, "The Hidden Factory", Harvard Business Review, NO. 5, September-October 1985, P. 142
- 45-Computerized Numerically Controlled
- 46-D. Keith Denton, Op. Cit., P. 4
- 47-Computer-Aided Manufacturing
- 48-Ibid, P. 5
- 49-Computer-Aided Design
- 50-Toygar Akman, "Otomasyon Sistemi Ve Bilgi Bankalari", Ankara Universitesi, Hukuk Fak., Banka Ve Ticaret Hukuku Arastirma Enstitusu, Ankara, 1975, S. 288-289
- 51-Gene Bylinsky, Op. Cit., P. 23
- 52-Mariann Jelinek and Joel D. Golhar. Op. Cit., P. 28
- 53-Mariann Jelinek and Joel D. Golhar. Op. Cit., P. 28
- 54-Computer-Aided Manufacturing
- 55-Gene Bylinsky, Op. Cit., P. 21
- 65-Ibid
- "The Economy", McGraw Hill, Inc., 1968, P.131-137
- 19-Profitability
- 20-Productivity
- 21-W.E.G. Salter, "Productivity and Technical Change", Cambridge University Press, 1969, P.26-31
- 22-Richard J. Tersine, "Product/Production Management: Concepts, Structure and Analysis 3th Edition, Elsevier North Holland, Inc., New York, 1981, P.83
- 23-Hywel Jones, "Modern Theories of Economic Growth", The Garden City Press, Ltd., Great Britain, 1975, P.159
- 24-Malcolm A. Mc Niven, "Plan For More Productive Advertising", Harvard Business Review, March-April 1980, P.130
- 25-David M. Miller, "Profitability-Productivity+Price Recovery", Harvard Business Review, May-June 1984, P.145-153
- 26-Nicolas Jequier, "Appropriate Technology Problems and Promises", OECD, Paris, 1976, P.21
- 27-Carol Walooof and Others, "Techniques For Managing Technological Innovation". Ann Arbor Science Publishers, Michigan, 1983, P.1
- 28-Douglas A. Colbert, "Data Processing Concepts", Mc Graw-Hill Book Company, New-York, 1968, P. 102
- Theodore W. Christiansen, "Organizing For System Management"; "Computer Handbook For Senior Management", editor: Douglas B. Hoyt, Macmillan Information, a division of Macmillan publishing Co., Inc., New-York, 1978, P. 58
- 29-Ibid
- 30-Donald P. Kenney, Op. Cit., P. 24
- 31-Artificial Intelligence-AI
- 32-Martin A. Fischer, Oscar Firschein, "Questions, Intelligence and Intelligent Behavior", Computers and People, Vol. 36, Nos. 5-6, May-June 1987, P. 9
- 33-Richard S. Thompson, "Computer Auditing: Organization and Techniques Computer Handbook For Senior Management", editor: Douglas