

برتریهای سیستم تولید بموقع

جناب آقای مصطفی علی مدد پژوهشگری نام آشنا برای هر معلم و متعلم است. در نکوداشت این استاد ارجمند مقاله حاضر به ایشان تقدیم شود. دکتر محمدرضا نیکبخت - زهرا دیانتی دیلمی

مقدمه

قرن بیستم قریبی بود گسترده بین دو انقلاب، انقلابی در آغاز قرن و انقلابی در پایان آن. انقلاب آغازین همانا ظهور تولید انبوه و پایان گرفتن عصر تولید دستی بود و انقلاب پایانی، ظهور سیستم تولید بموقع و خاتمه یافتن عصر تولید انبوه. یقیناً هیچ ایده تازه‌ای به یکباره از نیست به وجود نمی‌آید. ایده‌های تازه، زاینده مجموعه شرایطی هستند که ایده‌های قدیمی دیگر در آن شرایط کارایی ندارند و این امر برآستی در مورد تولید بموقع نیز مصداق دارد، چرا که ایده تولید بموقع زمانی در ژاپن پدیدار شد که دیگر ایده‌های معمول (تولید انبوه) برای رشد صنعتی آن کشور عملی نبود. برای آگاهی بیشتر از شرایط و عواملی که موجب پیدایش سیستم تولید بموقع شد در ابتدا به طور خلاصه به بیان تاریخچه و نحوه پیدایش این سیستم می‌پردازیم.

تاریخچه و خاستگاه سیستم تولید بموقع

بعد از جنگ جهانی دوم، شرکت تویوتا امتیاز تولید کامیون را از شرکت جی او (GHO) که متعلق به ارتش ایالات متحد آمریکا بود و در زمینه تولید اتومبیل و کامیون فعالیت می‌کرد، به دست آورد. در آن مقطع زمانی هدف شرکت تویوتا، مونتاژ کامیون و خودروهای آمریکایی در ژاپن بود. مجموعه شرایط اقتصادی ژاپن پس از جنگ، و نیز ماشین‌آلات و امکانات تولید قدیمی موجب شده بود که بهره‌وری بسیار پایین باشد، به طوری که براساس گزارش شرکت جی

اچ او در آن زمان بهره‌وری شرکت تویوتا نسبت به آمریکا ۱ به ۸ بود. ولی عزم و اراده و پیگیری راه‌حل‌های کاربردی، شرکت تویوتا را به سویی رهنمون ساخت که با توجه به محدودیت بازار محصول یادشده، برخلاف سیاستهای رایج آن زمان که کاهش هزینه را در روش تولید انبوه جستجو می‌کرد، به سیاست تنوع محصول در حجم کمتر روی آورد. در ضمن، افزایش کیفیت محصولات در مقایسه با مدل‌های اروپایی و آمریکایی و افزایش بهره‌وری به میزان ۸ برابر به عنوان هدفی اساسی در کنار سیاست فوق قرار گرفت.

ژاپن طی سالهای ۱۹۴۵-۱۹۵۰ دریافتی بود که پایین بودن میزان بهره‌وری با وجود تولید پایین، بزرگترین مشکل کارخانه‌ها را تشکیل می‌دهد و کارگران اصلی‌ترین محدودیت و موانع شمرده می‌شوند. لذا به سیاستی روی آورد که تا آن زمان هیچ کشوری از آن سود نبرده بود، و آن استفاده از کارگران در حل مشکلات بود.

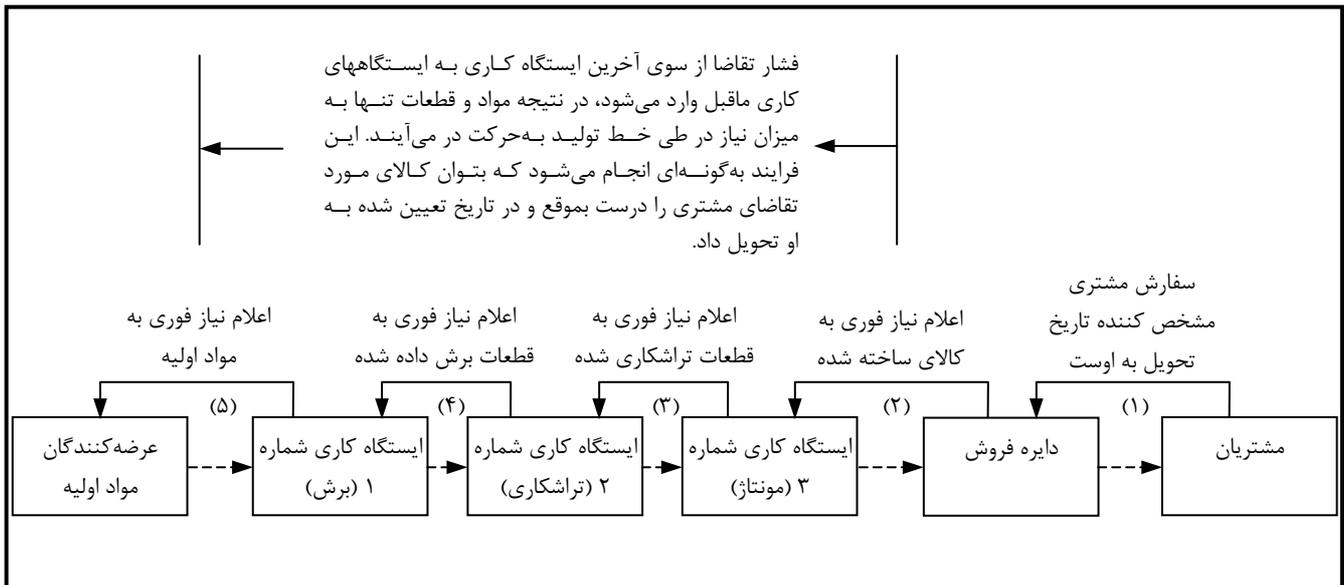
شرکت تویوتا با روی آوردن به آموزش جامع و دقیق کارگران موجب افزایش روحیه همکاری میان آنها شد، و با ترسیم و اجرای سیستمی که قادر بود بموقع ایستگاههای کاری را تغذیه نماید به موفقیتی دست یافت که امروزه پایه و اساس افزایش بهره‌وری را تشکیل می‌دهد و اکثر صاحبان تولید کشورهای پیشرفته آن را به عنوان یک استراتژی در مجموعه تولیدی خویش پذیرفته‌اند. حال بینیم این سیستم چیست که چنین موجب تحول در نظام تولیدی و اقتصادی جهان شده است.

سیستم تولید بموقع چیست؟

سیستم تولید بموقع سیستمی است که در آن امور به نحوی مناسب، دقیق، و بموقع انجام می‌شوند. این تعریف بسیار گسترده است و مفاهیم بسیاری (نظیر خرید بموقع، تحویل بموقع، و) را دربر می‌گیرد. یکی از مهمترین مصادیق سیستم تولید بموقع که مرتبط با بحث ماست، تولید بموقع در محیط کارخانه است. سیستم تولید بموقع سیستمی مبتنی بر **کاهش تقاضاست** که در آن یک قطعه تنها زمانی خریداری و یا تولید می‌شود که علامتی از مصرف‌کننده آن دریافت شده باشد. این امر مانع از تجمع موجودی در ایستگاه‌های کاری می‌شود. **شکل ۱**، سیستم کشتی کالا در فرایند تولید بموقع را نشان می‌دهد.

براساس **شکل ۱**، در سیستم تولید بموقع مشتری تقاضای خود را با واحد فروش شرکت در میان می‌گذارد. واحد فروش توافقهایی لازم را با مشتری به عمل آورده و درخواست تولید را به ایستگاه کاری شماره ۳ (مونتاژ) می‌دهد. این ایستگاه کاری نیز از ایستگاه کاری شماره ۲ (تراشکاری) درخواست ارسال قطعات مورد نیاز را می‌کند، و به همین ترتیب ایستگاه کاری شماره ۲ نیز سریعاً نیاز خود را به ایستگاه شماره ۱ اعلام می‌کند. ایستگاه کاری شماره ۱ (برش) پس از اطلاع از برنامه تولید و با توجه به مقدار نیاز، مواد لازم برای تولید محصول را درخواست می‌کند. فروشنده مواد طبق قرارداد منعقد شده، مواد لازم را درست بموقع به ایستگاه کاری شماره ۱

شکل ۱- سیستم کشتی کالا در فرایند تولید بموقع



صخره‌ها (مشکلات) را دربرگیرد و این امکان را برای کشتی (شرکت) فراهم سازد که به‌طور یکنواخت به حرکت خود ادامه دهد. در این سیستم، مدیریت می‌کوشد خود را از زیر بار حل مشکلات رها سازد، اما با این کار مشکلات جدید و بزرگتری پدیدار خواهد شد که برای پوشاندن آنها لازم است دائماً بر حجم آب موجود افزوده شود.

حال، اگر براساس فلسفه سیستم تولید بموقع، حجم موجودیها را تقلیل دهیم، آنگاه صخره‌های مشکلات آشکار خواهد شد و شرکت می‌تواند برای برطرف کردن این مشکلات اقدام کند.

پس می‌توان گفت سیستم تولید بموقع به دنبال حذف مشکلات، افزایش کارایی و اثربخشی است. به عبارت دیگر اهداف اصلی این سیستم عبارتند از:

- بهبود کیفیت، و
- افزایش بهره‌وری با تاکید بر مفهوم **کایزن**.

نیل به این هدفها از طریق به کارگیری اصول سیستم تولید بموقع حاصل می‌شود.

اصول سیستم تولید بموقع

حذف ضایعات، اتلافها و تمام فعالیتهایی که ارزش افزوده‌ای به محصول اضافه نمی‌کنند
این ضایعات و اتلافها را می‌توان به ۵

این فرایند تولید یکنواخت اغلب منجر به خرید و تولید محصولات مازاد برنیازی می‌شود که لازم است تا زمان نیاز در انبار نگهداری شود.

با این که تولید یکنواخت با استفاده از مفهوم باصرفه‌ترین مقدار سفارش بخوبی قابل اجراست اما باید توجه داشت که باصرفه‌ترین مقدار سفارش براساس برآوردها محاسبه می‌شود. در نتیجه همواره این احتمال وجود دارد که تعدادی جنس در انبار باقی بماند. یکی از دلایل عمده این کار (فراهم کردن موجودیهای فراتر از نیاز)، تمایل مدیریت به تخصیص هزینه‌های سربرابر به تعداد بیشتری از محصولات است که این تمایل به‌طور ناخودآگاه منجر به خرید بیشتر از نیاز موجودی‌ها، تحمیل هزینه‌های سرسام‌آور نگهداری این موجودیها، و مشکلات دیگر می‌شود.

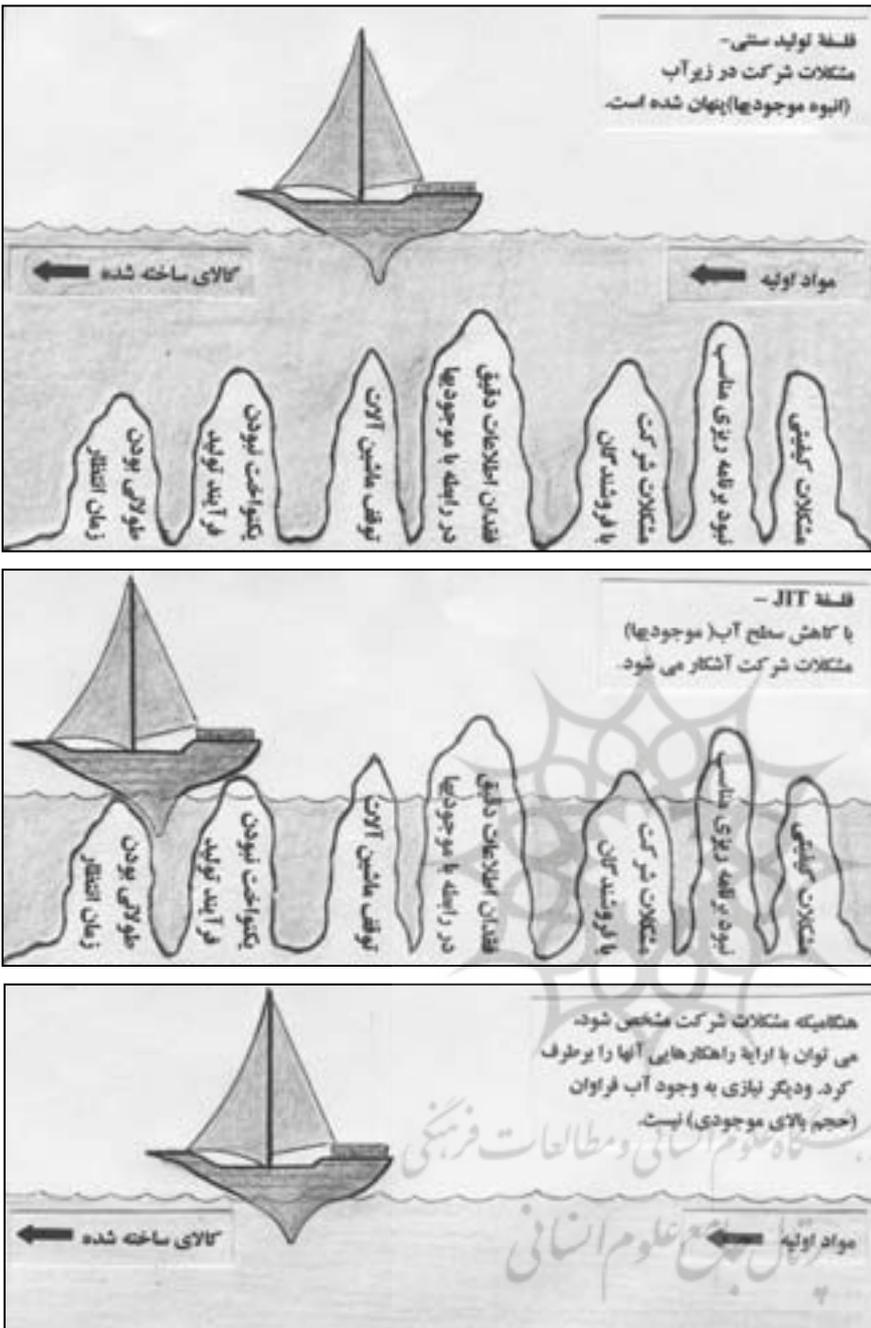
بنابراین می‌توان گفت که در سیستم سنتی، مواد اولیه و موجودیهای در جریان ساخت در سطحی که به نظر می‌رسد برای پوشاندن کاستیها و بی‌کفایتیهای موجود در امر تحصیل و یا تولید قطعات لازم‌اند، نگهداری می‌شود. همان‌طور که در **شکل ۲** نیز مشاهده می‌شود، در سیستم سنتی لازم است که حجم آب (موجودیها) به قدری زیاد باشد که بتواند به‌طور کامل تمام سطح

تحويل می‌دهد و خط تولید فعال می‌شود. قطعات تولید شده از خط تولید عبور می‌کند و نهایتاً ایستگاه کاری ۳، کالای ساخته‌شده را از طریق قسمت فروش شرکت درست بموقع برای مشتری بسته‌بندی، بارگیری و ارسال می‌کند.

مهمترین هدفهای سیستم تولید بموقع

هدف سیستم تولید بموقع ایجاد اطمینان از خرید یا تولید مواد مناسب، به مقدار و اندازه مورد نیاز، در زمان مناسب، با کیفیت مطلوب و بدون هیچ‌گونه ضایعات است که این امر نهایتاً منجر به کاهش هزینه‌های هر واحد محصول و بهای تمام‌شده کالا می‌گردد. تاکید سیستم تولید بموقع بر بهبود مستمر و رویارویی اجباری با مشکلات به‌منظور رفع آنهاست. **شکل ۲** تصویری کلاسیک از سیستم تولید بموقع را در مقابل سیستم سنتی ارائه می‌دهد که در آن، شرکت به‌صورت قایقی شناور در دریای موجودیهای جنسی ترسیم شده است. در زیر این دریا (موجودیها)، بستری از صخره‌های خطرناک (مشکلات) پنهان شده است. در توضیح این تصاویر باید گفت که در سیستم سنتی، روند تولید به‌گونه‌ای است که موجب هموارسازی فعالیت‌های عملیاتی طی یک دوره زمانی می‌شود.

شکل ۲- تصویری از سیستم تولید بموقع در مقابل سیستم سنتی



دسته تقسیم کرد:

- موجودی کالا،
- حمل و نقل،
- فرایند تولید،
- زمان انتظار،
- حرکات اضافی.

یکنواخت کردن تولید (ساده سازی عملیات)

مجموعه اقداماتی که برای ایجاد هماهنگی و حفظ یکنواختی تولید باید انجام شوند عبارتند از:

- کاهش زمان راه اندازی ماشین آلات،
- تعمیر و نگهداری پیشگیرانه،
- استفاده از سیستم کششی،
- اطمینان از ارسال محموله ها در زمان تعیین شده،

• طرح استقرار تکنولوژی محصول به صورت گروهی (سلولی).

افزایش کارایی کارکنان و روحیه همکاری آنها از طریق:

- آموزش کارگران و تربیت کارگران چند مهارته،
- استقلال کاری،
- ایجاد برابری،
- فراهم ساختن شرایط کاری مناسب.

با توجه به هدفها و اصول مطرح

شده فوق، عناصر کلیدی سیستم تولید بموقع را می توان همچون چرخ تصویر کرد که شرکت را به سوی جلو می راند. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می شود سیستم تولید بموقع در مرکز این چرخ قرار گرفته و سایر مفاهیم به صورت پره هایی از آن منتج شده اند. اگر چیزی مانع حرکت این چرخ نشود، شرکت به موفقیت های بزرگی نایل خواهد شد، که می توان آنها را به عنوان مزایای سیستم تولید بموقع معرفی کرد.

مزایای سیستم تولید بموقع

اگر سیستم تولید بموقع با موفقیت اجرا شود مزایای مهمی را به دنبال خواهد داشت که مهمترین آنها عبارتند از:

- سرمایه گذاری کمتر در موجودی کالا،
- در نتیجه استفاده از سرمایه در گردش شرکت در مقاصد مفیدتر؛
- کاهش هزینه های حمل و نگهداری

جهت بهبود کیفیت است؛

- افزایش میزان درآمد در اثر پاسخگویی سریع به نیازهای استفاده کنندگان و بودن گوی سبقت از رقیبان؛
- کاهش کارهای نوشتاری و کاغذبازیها. البته باید توجه داشته باشید که در عمل، موانع بسیاری بر سر راه چرخ سیستم تولید بموقع قرار می گیرند و اجرای این سیستم را مشکل و گاه غیرممکن می سازند. در ادامه به ذکر برخی

موجودی کالا؛

- کاهش ریسک خراب شدن (ازمدافتاگی) موجودیها؛
- استفاده بهینه از فضای کارخانه از طریق صرفه جویی در فضا به علت عدم نیاز به انبار مواد و موجودیها؛
- کاهش هزینه های راه اندازی و به تبع آن کاهش هزینه های تولید؛
- کاهش هزینه های ناشی از ضایعات و اتلافها که نتیجه تلاشهای انجام شده در

از این موانع، تحت عنوان محدودیت‌های سیستم تولید بموقع می‌پردازیم.

محدودیت‌های سیستم تولید بموقع

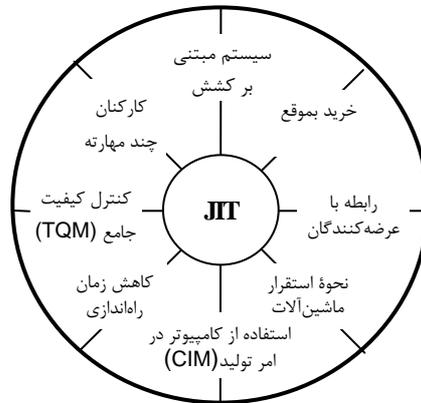
سیستم تولید بموقع سیستمی نیست که به آسانی بتوان آن را به اجرا درآورد و بلافاصله نتایج حاصل از آن را مشاهده کرد. اجرای این سیستم و تکامل آن به طور تدریجی صورت می‌گیرد، که این امر نیازمند صرف زمان و مستلزم صبر و بردباری بسیار است. به عنوان مثال، ایجاد ارتباطی سالم و مستحکم با عرضه‌کنندگان مواد اولیه تنها با گذشت زمان و صرف وقت حاصل می‌شود.

درست است که سیستم تولید بموقع غالباً به دنبال ساده‌سازی فعالیتها و روند تولید می‌باشد، ولی این موضوع به هیچ عنوان بدان معنا نیست که اجرای سیستم کاری آسان است. اصرار برای انجام تغییراتی سریع در تعداد دفعات تحویل سفارش و کیفیت آن عملی واقع‌بینانه نیست و ممکن است موجب ایجاد تنشهای شدید بین شرکت و عرضه‌کنندگان مواد شود. در حقیقت در سیستم تولید بموقع باید به عرضه‌کنندگان مواد اولیه به چشم شریکان شرکت نگریست.

گاهی اوقات وسوسه دستیابی به منافع حاصل از به کارگیری سیستم تولید بموقع باعث می‌شود شرکتها به گونه‌ای یکجانبه با عرضه‌کنندگان مواد اولیه خود برخورد کنند که این موضوع می‌تواند موجب رنجش خاطر عرضه‌کنندگان و در نهایت انجام عملی تلافی‌جویانه (افزایش قیمت مواد اولیه و وقوع چنین وقایعی می‌تواند موجب از دست رفتن بسیاری از مزیت‌های سیستم تولید بموقع شود.

هرچند کاهش موجودیها باعث آشکار شدن نقاط ضعف و مسائل پنهان شرکت می‌شود، اما مشکلاتی نیز با خود به همراه خواهد داشت؛ نظیر از دست دادن بخشی از فروش و فشارهای کاری بر روی کارکنان. مطالعات نشان

شکل ۳- عناصر کلیدی سیستم تولید بموقع



فلسفه JIT ساده‌سازی و حذف اتلافها

- ۱- حذف تمام فعالیت‌هایی که ارزش افزوده‌ای ایجاد نمی‌کنند
- ۲- رسیدن به سطوح بالای کیفیت و حفظ آن
- ۳- برنامه‌ریزی برای بهبود مستمر

داده است که کاهش سطوح موجودی کالا باعث ایجاد فشارهای روحی شدید در بین کارکنان خط تولید می‌شود. بنابراین، شرکتها باید انتظار مخالفت و مقاومت کارکنان در برابر اجرای این سیستم را نیز داشته باشند.

نقص بسیار بزرگ سیستم تولید بموقع نبود موجودی به عنوان ضربه‌گیر در برابر انقطاعهای به وجود آمده در روند تولید است. فروشهای شرکت دائماً به سبب انقطاع‌های دور از انتظار در فرایند تولید، مورد تهدید واقع می‌شوند. از سوی دیگر ممکن است شرکت‌هایی که از سیستم خرید بموقع استفاده می‌کنند، در دوره‌هایی که تقاضا برای یک کالا به صورتی پیش‌بینی نشده افزایش پیدا می‌کند، نتوانند سریعاً به درخواستهای رسیده پاسخ‌دهنده و در نتیجه قسمتی از فروشهای خود را از دست بدهند و موجبات نارضایتی بعضی از مشتریانشان را فراهم سازند. به عنوان مثال، در طی دوران فروش کریسمس در سال ۱۹۹۳، برخی از شرکت‌های خرده‌فروشی که از سیستم تولید بموقع استفاده می‌کردند، میلیونها

دلار از فروشهای خود را از دست دادند، که این امر به دلیل ناتوانی آنها در پیش‌بینی دقیق هجوم تقاضا برای محصولاتشان بود. با این حال باز هم شرکت‌های خرده‌فروشی مایل به استفاده از این سیستم هستند، زیرا از نظر آنها از دست دادن فروش به دلیل یک افزایش بی‌سابقه (اتفاقی) در تقاضا، هزینه کمتری نسبت به نگهداری سطوح بالای موجودی دارد.

مقایسه سیستم تولید بموقع با سیستم تولید دستی و سیستم تولید انبوه

یک تولیدکننده دستی از کارگران بسیار ماهر و ابزارهای ساده اما انعطاف‌پذیر استفاده می‌کند تا دقیقاً آنچه را که مشتری می‌خواهد، بسازد؛ یعنی یک واحد در یک زمان. لوازم معمولی منزل، محصولات هنری و تزئینی و ماشینهای ورزشی عجیب و غریب، نمونه‌هایی از این شیوه تولید هستند که امروزه ساخته می‌شوند. ایده تولید دستی را همه ما دوست داریم، ولی مشکل آنرا نیز همه می‌دانیم. کالاهایی که به شیوه دستی تولید می‌شوند، بسی گرانتر از توان خرید اکثریت ماست، و این‌گونه بود که در آغاز قرن بیستم تولید انبوه به عنوان جانشین، رونق گرفت.

تولیدکننده انبوه در طراحی محصولات از متخصصان ماهر استفاده می‌کند، اما این محصولات توسط کارگران غیرماهر یا نیمه‌ماهری ساخته می‌شوند که ماشین‌آلات گران و تک‌منظوره را هدایت می‌کنند. این محصولات هم‌شکل ماشین‌ها، در حجم بسیار بالا تولید می‌شوند، و چون ماشین‌آلات مورد نیاز بسیار گرانند و نیز در مقابل اختلال، بسیار کم‌ظرفیت‌اند، تولیدکننده انبوه ناگزیر است محافظتانی به سیستم اضافه کند، تا یکنواختی تولید را کنترل کند؛ محافظتانی نظیر موجودی اضافی و فضای اضافی. از آنجا که تولید محصول جدید محتاج تغییر کل سیستم است، بسی گرانتر از محصول قبلی تمام

خواهد شد. از این رو تولیدکننده انبوه تا جایی که ممکن است، از نوآوری در طرح خودداری می‌کند. نتیجه اینکه محصول، به‌قیمت از دست‌رفتن تنوع و به‌دلیل وجود روشهای کاری که برای کارکنان تکراری است، ارزانتر در اختیار خریدار قرار می‌گیرد.

در مقابل، تولیدکننده بموقع، مزایای تولید دستی و تولید انبوه را با یکدیگر تلفیق کرده و از قیمت بالای اولی و انعطاف‌ناپذیری دومی اجتناب می‌کند. بنابراین تولیدکننده بموقع، برای تولید محصولات بسیار متنوع، افرادی را از همه سطوح سازمان و با مهارت‌های مختلف گردآورده، به‌صورت گروهی به‌کار می‌گیرد، و نیز از ماشین‌آلاتی استفاده می‌کند که هم به‌طور فزاینده خودکارند و هم بسیار انعطاف‌پذیر.

شاید درخور توجه‌ترین تفاوت میان تولید انبوه و تولید بموقع، تفاوت در هدف‌های نهایی این دو باشد. تولیدکنندگان انبوه هدف محدودی را برای خود قرار داده‌اند، که همانا "به‌اندازه کافی خوب بودن" است. عبارتی که می‌تواند به‌این‌صورت تعبیر شود: "شمار قابل قبول عیبه‌ها، بیشترین سطح قابل قبول برای موجودی، و گستره معینی از محصولات یکسان". در واقع استدلال آنها چنین است که کار بهتر، یا بیش از اندازه گران می‌شود یا فراتر از حد استعداد ذاتی بشر است. از سوی دیگر نگاه تولیدکنندگان بموقع، بر **کمال** مبتنی است؛ یعنی نزول پیوسته قیمت‌ها، به‌صفر رساندن میزان عیوب، به‌صفر رساندن موجودی و تنوع بی‌پایان محصول. البته هیچ تولیدکننده نابی تاکنون به این سرزمین موعود نرسیده است و چه بسا هرگز نرسد، اما میل همیشگی به‌کمال تا ایجاد تغییرات حیرت‌آور تداوم می‌یابد.

تولید بموقع در چگونگی کارکرد فرد نیز تغییر ایجاد می‌کند. بیشتر مردم به‌ویژه کارگران، حرفه خود را در تولید بموقع چالش‌گرانه‌تر می‌یابند. آنها در این سیستم تولید یقیناً خلاق‌تر

می‌شوند و کار خویش را پرمخاطره‌تر می‌یابند زیرا که در تولید بموقع هدف این است که همه افراد، در هر رده سازمانی **مسئولیت** بپذیرند. و مراد از واژه **مسئولیت** همانا "زادی در مدیریت کار خویش" است، و این امتیاز بسیار بزرگی است. اگر قرار باشد افراد در چنین شرایطی موفق شوند، شرکتها باید به آنها ارزش بدهند و دائماً آنها را در چالشهای کاری درگیر سازند. بدون این چالشها و توجهات ممکن است کارگران احساس کنند که در نقطه آغاز شغل خویش، به آخر خط رسیده‌اند و در نتیجه حس مسئولیت‌پذیری خود را از دست می‌دهند؛ یعنی عمده‌ترین مزیت تولید بموقع از بین می‌رود.

شکل ۴ نیز از جهاتی دیگر سیستم تولید بموقع را با سیستمهای سنتی مورد مقایسه قرار می‌دهد. برای روشن‌تر شدن تفاوتها و نشان دادن اثر آنها بر هزینه‌های محصول، ضمن بیان نحوه ردیابی هزینه‌های سربار و چگونگی تخصیص هزینه‌های مراکز خدماتی در سیستم تولید بموقع، با یک مثال میزان دقت هزینه‌یابی محصول در سیستم تولید بموقع را در مقایسه با سیستمهای

شکل ۴- مقایسه سیستم تولید بموقع با سیستمهای سنتی

سیستم سنتی	سیستم تولید بموقع
مبتنی بر فشارند.	مبتنی بر کشش تقاضاست.
میزان موجودیها قابل توجه است. خطوط تولید شامل مجموعه‌ای از دواير توليدي می‌باشد.	موجودیها ناچیزند. خطوط تولید شامل مجموعه‌ای از سلولهای تولیدی است.
مراکز خدماتی به‌صورت متمرکز هستند.	مراکز خدماتی به‌صورت غیرمتمرکز هستند.
میزان آموزش کم و شاید حتی یک‌دفعه باشد و کارکنان در یک زمینه کاری مهارت کسب می‌کنند.	آموزش، فرایندی پیوسته و مداوم است و کارکنان دارای مهارت‌های کاری چندگانه هستند.
سازمان، دیوانسالار است و تأکید کمی بر روابط متقابل وجود دارد.	با توجه به مفهوم کایزن، سازمان پویاست و بر کار گروهی تأکید زیادی می‌شود.
تعداد عرضه‌کنندگان مواد اولیه زیاد است.	تعداد عرضه‌کنندگان مواد اولیه کم، اما روابط صمیمانه و نزدیک است.

سنتی و سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت بررسی می‌کنیم.

سیستم تولید بموقع و قابلیت ردیابی هزینه‌های سربار

در محیط سیستم تولید بموقع، بسیاری از فعالیتهای سربار که قبلاً به‌چند خط تولید تخصیص داده می‌شد، قابل ردیابی به‌یک محصول مشخص می‌باشند. تولید سلولی، کارکنان چند مهارته، و فعالیتهای خدماتی غیرمتمرکز مهمترین خصوصیات این سیستم است که امکان چنین ردیابی را فراهم می‌سازد.

در ساختار مبتنی بر دواير توليد ممکن است محصولات مختلف بسیاری مشمول یک فرایند تولید واقع شده در یک دایره خاص (مثلاً برش) باشند. بعد از تکمیل فرایند، محصولات به فرایندهای تولیدی واقع شده در دواير دیگر (نظیر مونتاژ، رنگ‌آمیزی و ...) منتقل می‌شوند. معمولاً هر محصول نیازمند گذر از مجموعه‌ای از فرایندهای مختلف است و اکثر فرایندهای تولید بر روی بیش از یک محصول انجام می‌شوند. به‌عنوان مثال، ممکن است سه محصول مختلف نیازمند فرایند برش باشند. از آنجا که بیش از یک محصول در یک دایره مورد پردازش قرار

شکل ۵- قابلیت ردیابی هزینه‌ها

محیط تولید بموقع	محیط سنتی	هزینه تولید
مستقیم	مستقیم	دستمزد مستقیم
مستقیم	مستقیم	مواد مستقیم
مستقیم	غیرمستقیم	جابه‌جایی مواد
مستقیم	غیرمستقیم	تعمیر و نگهداری
مستقیم	غیرمستقیم	سرپرستی
غیرمستقیم	غیرمستقیم	بیمه و مالیات
غیرمستقیم	غیرمستقیم	استهلاک ساختمان
مستقیم	غیرمستقیم	استهلاک تجهیزات
غیرمستقیم	غیرمستقیم	خدمات حفاظتی
غیرمستقیم	غیرمستقیم	خدمات رستوران

مبنای فعالیت می‌پردازیم.

سیستم تولید بموقع و میزان صحت و دقت در هزینه‌یابی محصول

یکی از نتایج کاهش هزینه‌های غیرمستقیم و افزایش هزینه‌های مستقیم، بالا رفتن میزان صحت و دقت هزینه‌یابی محصول است. مثال زیر، اثر به‌کارگیری سیستم سنتی، سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و سیستم تولید بموقع را بر هزینه‌های هر واحد محصول نشان می‌دهد.

شرکت کیمیا دو نوع گلدان (ساده و نقشدار) تولید می‌کند. اطلاعات مربوط به تولید این دو نوع گلدان در **جدول الف** نشان داده شده است.

با توجه به اطلاعات **جدول الف** تولید هر واحد گلدان ساده نسبت به گلدان نقشدار هزینه بیشتری برای شرکت خواهد داشت (۷۵ ریال در برابر ۷۰ ریال) که نحوه محاسبه آن (در سیستم سنتی) به شرح زیر می‌باشد:

$$\text{ساعات کار ماشین} \times \text{کل هزینه‌های سرپار} = \text{نرخ جذب سرپار} \\ ۶۲۵۰ = (۲۵۰۰۰۰ + ۳۰۰۰۰۰ + ۴۵۰۰۰۰) \times ۱۶۰ \text{ ریال}$$

بهای تمام شده محصولات ساخته شده به روش سنتی در **جدول ب** نشان داده شده است.

متمرکز به ارائه خدمات به بخشها و دواير توليدی می‌پردازند. اما در سیستم تولید بموقع بسیاری از خدمات به‌صورت غیرمتمرکز ارائه می‌شوند. این کار از طریق استقرار تعدادی افراد متخصص (مهندسان صنایع و ...) در خطوط تولید و نیز آموزش کارگران سلولهای تولیدی برای انجام برخی فعالیت‌های خدماتی که قبلاً توسط کارگران غیرمستقیم انجام می‌شد (تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات) صورت می‌گیرد. در چنین شرایطی بسیاری از هزینه‌های خدماتی مستقیماً قابل ردیابی به یک سلول تولیدی و متعاقباً به یک محصول خاص می‌باشند.

سیستم تولید بموقع با جلوگیری از تراکم شدن هزینه‌های خدمات و فراهم ساختن امکان ردیابی مستقیم این هزینه‌ها به محصولات، مدیران را در درک بهتر هزینه‌های واقعی محصول یاری می‌کنند. همچنین این سیستم برای مدیران این فرصت را به‌وجود می‌آورد که کنترل بیشتر و بهتری بر روی هزینه‌های خدمات داشته باشند. در سیستم سنتی، دواير خدماتی و تولیدی توسط حداقل دو مدیر مجزا اداره می‌شوند. در چنین سیستمی، مدیر دواير خدماتی مسئول هزینه‌هایی است که بابت ارائه خدمات متحمل می‌شود. از سوی دیگر مدیران عملیاتی نیز در قبال این هزینه‌ها مسئولیت دارند، زیرا هزینه‌های خدمات بر بهای تمام شده محصولی که مدیر عملیاتی مسئول آن است، اثر می‌گذارد. این در حالی است که مدیران عملیاتی تنها به‌صورت غیرمستقیم قادر به کنترل هزینه‌های خدمات دواير خدماتی هستند. اما در سیستم تولید بموقع به‌دلیل آنکه خدمات به‌صورت غیرمتمرکز ارائه می‌شود، مدیران عملیاتی مستقیماً بر بسیاری از هزینه‌های خدمات کنترل دارند.

حال با توجه به توضیحات فوق به‌مقایسه میزان دقت و صحت محاسبه هزینه‌های محصول در سیستم تولید بموقع و سیستمهای هزینه‌یابی سنتی و هزینه‌یابی بر

می‌گیرد هزینه آن دایره بین تمام محصولاتی که از آن دایره می‌گذرند، تخصیص داده می‌شود. بدین ترتیب این هزینه‌ها به‌طور غیرمستقیم به هر محصول قابل ردیابی می‌باشند.

در ساختار سلولی تولید، تمام فرایندهایی که برای تولید هر محصول لازم است در یک قسمت قرار داده می‌شود. بنابراین، هزینه‌های عملیاتی هر سلول تماماً قابل ردیابی به‌خط تولیدی که از خدمات آن سلول استفاده می‌کند، می‌باشد. به‌عنوان مثال، تجهیزات که قبلاً در دواير مختلف قرار می‌گرفتند، در سیستم تولید بموقع در سلولها (یعنی، جایی که به‌تولید یک محصول خاص اختصاص دارد) واقع می‌شوند، بنابراین می‌توان هزینه استهلاک تجهیزات را به‌عنوان هزینه‌ای که مستقیماً قابل ردیابی به محصول است، در نظر گرفت. از طرفی، به کارگران مستقر در یک سلول آموزش داده می‌شود که چگونه تجهیزات موجود در یک سلول را راه‌اندازی و تعمیر کرده و با آنها کار کنند.

از آنجا که کار کارگران هر سلول را می‌توان به‌طور مستقیم به هر محصول ارتباط داد، در نتیجه، هزینه‌های مربوط به این کارگران تحت عنوان هزینه دستمزد مستقیم منظور می‌شود. البته گاهی اوقات این کارگران کارهایی نظیر تعمیر، راه‌اندازی، جابه‌جایی مواد، و وظایف پشتیبانی را که قبلاً توسط گروه‌های مختلفی از کارکنان صورت می‌گرفت، نیز انجام می‌دهند. بنابراین در محیط تولید بموقع، بسیاری از هزینه‌هایی که قبلاً به‌عنوان هزینه‌های دستمزد غیرمستقیم به‌شمار می‌رفتند، هم‌اکنون مستقیماً قابل ردیابی به‌خطوط تولید محصول می‌باشند. **شکل ۵** قابلیت ردیابی برخی از هزینه‌ها را در سیستم تولید بموقع با سیستم سنتی مورد مقایسه قرار می‌دهد.

سیستم تولید بموقع و تخصیص هزینه‌های مراکز خدماتی

در تولید سنتی، مراکز خدماتی به‌صورت

جدول الف- اطلاعات مربوط به تولید دو نوع گلدان

نوع گلدان	تعداد	قیمت فروش (ریال)	بهای اولیه* (ریال)	ساعات کار ماشین	جابجایی مواد (کیلو)	دفعات راه اندازی
ساده	۲۰۰۰	۸	۷۰۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰
نقش دار	۵۰۰۰	۱۴	۱۵۰۰۰۰	۱۲۵۰	۷۰۰۰۰	۱۳۰

هزینه‌های تعمیر و نگهداری = ۲۵۰۰۰۰ ریال
 هزینه‌های جابه‌جایی مواد = ۳۰۰۰۰۰ ریال
 هزینه‌های راه‌اندازی = ۴۵۰۰۰۰ ریال

* مواد مستقیم + دستمزد مستقیم

جدول ب- بهای تمام شده محصولات به روش سنتی

شرح	گلدان ساده- ریال	گلدان نقش‌دار- ریال
بهای اولیه	۷۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
هزینه‌های سربار (۵۰۰۰×۱۶۰)	۸۰۰۰۰۰	
هزینه‌های سربار (۱۲۵۰×۱۶۰)		۲۰۰۰۰۰
جمع هزینه‌های تولید	۱۵۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰
بهای تمام شده هر واحد محصول	۷۵	۷۰

جدول ج- بهای تمام شده محصولات به روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت

شرح	گلدان ساده ریال	گلدان نقش‌دار ریال
بهای اولیه	۷۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
هزینه‌های سربار (۲۰×۳۰۰۰)+(۱۰۰۰۰×۳/۷۵)+(۵۰۰۰×۴۰)	۲۹۷۵۰۰	
هزینه‌های سربار (۱۳۰×۳۰۰۰)+(۷۰۰۰۰×۳/۷۵)+(۱۲۵۰×۴۰)		۷۰۲۵۰۰
جمع هزینه‌های تولید	۹۹۷۵۰۰	۷۵۲۵۰۰
تعداد محصول تولید شده	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰
بهای تمام شده هر واحد محصول	۴۹/۸۷۵	۱۷۰/۵

جدول د- هزینه‌های سربار برای هر سلول تولیدی

سلول تولیدی	تعمیر و نگهداری ریال	جابجایی مواد ریال	راه‌اندازی ریال
سلول تولید گلدان ساده	۲۱۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
سلول تولید گلدان نقش‌دار	۴۰۰۰۰	۲۶۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰

جدول ه- بهای تمام شده محصولات به روش تولید بموقع

شرح	گلدان ساده- ریال	گلدان نقش‌دار- ریال
هزینه‌های (بهای) اولیه	۷۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰
هزینه‌های سربار	۴۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰
جمع هزینه‌های تولید	۱۱۰۰۰۰۰	۷۵۰۰۰۰۰
تعداد محصول تولید شده	۲۰۰۰۰	۵۰۰۰
بهای تمام شده هر واحد محصول	۵۵	۱۵۰

سود ناویژه فروش گلدانهای ساده
 ۱۰۰۰۰۰ ریال و سود ناویژه فروش
 گلدانهای نقش‌دار ۳۵۰۰۰۰ ریال است:
 $۱۰۰۰۰۰ = ۲۰۰۰۰ \times (۷۵ - ۸۰)$
 $۳۵۰۰۰۰ = ۵۰۰۰ \times (۷۰ - ۱۴۰)$
 اما اگر از سیستم هزینه‌یابی بر
 مبنای فعالیت برای هزینه‌یابی
 محصولات استفاده کنیم آن‌گاه
 نرخ‌های جذب سربار برای هر مخزن
 هزینه به ترتیب زیر محاسبه خواهد
 شد:

هزینه‌های تعمیر و نگهداری (براساس ساعت):

$$\text{ریال } ۴۰ = ۶۶۲۵۰ \div ۲۵۰۰۰۰$$

نرخ هزینه‌های جابه‌جایی مواد (براساس کیلوگرم):

$$\text{ریال } ۳/۷۵ = ۳۰۰۰۰۰ \div ۸۰۰۰۰۰$$

نرخ هزینه‌های راه‌اندازی (براساس دفعات):

$$\text{ریال } ۳۰۰۰ = ۴۵۰۰۰۰ \div ۱۵۰$$

بهای تمام شده محصول ساخته شده به روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت در **جدول ج** نشان داده شده است.

سود ناویژه فروش گلدانهای ساده ۶۰۲۵۰۰ ریال و زیان ناویژه گلدانهای نقش‌دار ۱۵۲۵۰۰ ریال است:

$$۶۰۲۵۰۰ = ۲۰۰۰۰ \times (۸۰ - ۴۹/۸۷۵)$$

$$۱۵۲۵۰۰ = ۵۰۰۰ \times (۱۷۰/۵ - ۱۴۰)$$

حال فرض کنید این شرکت اقدام به اجرای سیستم تولید بموقع برای تولید گلدانهایش کرده باشد و برای این منظور دو سلول تولیدی (یکی برای تولید گلدان ساده و دیگری برای تولید گلدان نقش‌دار) تشکیل داده است. هزینه‌های سربار برای هر سلول تولیدی در **جدول د** نشان داده شده است.

با به‌کارگیری سیستم تولید بموقع هزینه‌های هر واحد محصول بسیار دقیقتر محاسبه می‌شود. بهای تمام شده محصول ساخته شده به روش تولید بموقع در **جدول ه** نشان داده شده است.

سود ناویژه فروش گلدانهای ساده

