اجرای عملیات به هنگام با کاربرد ارتباطات الکترونیک
جهت انتقال سریع مواد و قطعات به خط تولید

دکتر ابوالفضل کزازی
(عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبایی)
مهندس نیما ضمیری
(کارشناس ارشد مدیریت صنعتی)

چکیده

فرآیند ساخت از روابط غیرخطی و پیچیده‌ای پیروی می‌کند. ولی رفتار دو متغیر هزینه تولید و کیفیت محصول در این روابط نقش مهمتری دارند. کنترل بهینه تولید با خطی‌سازی فرآیند ساخت امکان‌پذیر می‌شود و سیستم تولید به‌هنگام[1] با ارائه راهبردی منطقی، کوشش می‌نماید تا معادله‌های تولید را ساده و ممکن سازد. سیستم تولید به‌هنگام در تولید، انتقال و توزیع مواد، قطعات و فرآورده‌های گوناگون راهکاری

1- Just-in-Time System

مشخص دارد. در عین حال درون هر بخش، زیر مجموعه‌های ورودی، فرآیند و خروجی را پوشش می‌دهد. درواقع تابع تبدیل کارخانه تحت نام فرآیندهای مختلف شناسایی می‌شود و با بهبود انتقال مواد، حد اتلاف انرژی ساخت در نقاط مختلف تولید به سمت صفر میل می‌کند.

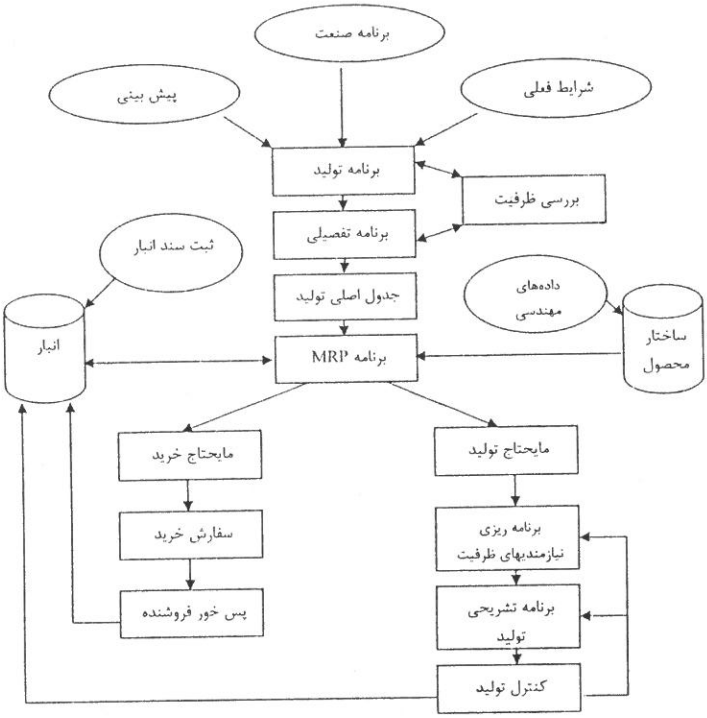
در این مقاله روشی برای کنترل فرآیند انتقال کالا با استفاده از راهبردهای سیستم تولید به‌هنگام و فناوری مبادله الکترونیکی داده‌ها[۱] ارائه می‌گردد. این روش با پیگیری عملیات انتقال کالا میان واحدهای درگیر تولید، الگوریتمی را برای برنامه‌ریزی و تأمین مواد و قطعات پیشنهاد می‌نماید. برای مبادله داده‌ها در سطوح کاربردی و شبکه از استانداردهای بین‌المللی استفاده شده است. هدف از انجام پژوهش نیز، شناسایی عواملی است که پس از پیاده‌سازی این سیستم در میزان بهره‌وری واحدهای تولیدی صنعتی نقش داشته باشند.

واژگان کلیدی: سیستم تولید به‌هنگام، مبادله الکترونیکی داده‌ها، کن‌بان، بهره‌وری

۱ـ مشکلات موجود درس سیستم برنامه‌ریزی برای تأمین مواد و قطعات

سیستم برنامه‌ریزی تأمین مواد[۲] (MRP) در ابتدا بدون توجه به بررسی ظرفیت تولید و یا داده‌های ورودی از سایر واحدهای مربوط[۳] ولی با درنظر گرفتن تقاضای وابسته برای مواد و قطعات پیاده‌سازی شد. تقاضا هنگامی وابسته است که فهرست مواد و قطعات موردنیاز براساس محصول نهایی محاسبه شود. این سیستم بعدها در حالت MRP ـ حلقه بسته[۴] تکمیل و بگونه‌ای عملی در صنایع قابل استفاده شد. شکل ۱ـ۱ سیستم MRP ـ حلقه بسته را نشان می‌دهد.

1- Electronic Data Interechange (EDI)
2- Material Requirements Planning
3- Relevant Work Centers
4- Closed Loop-MRP



شکل ۱ـ۱ـ سیستم MRP ـ حلقه بسته

ورودی‌های این سیستم عبارتند از:

۱ـ زمانبندی تفصیلی تولید[1] (MPS)

۲ـ وضعیت انبار هر یک از اقلام مواد و قطعات

۳ـ زمانبندی و مقادیر سفارشهای بازآوری

۴ـ پیش‌بینی تقاضا برای هر قطعه یا ماده

1- Master Production Schedule

۵ـ فهرست مواد و قطعات[1] (BOM)

۶ـ داده‌های موردنیاز برای برنامه‌ریزی ظرفیت

۷ـ زمان ساخت[2] برای هر عملیات

۸ـ میزان ضایعات هر فرآیند [۱]

خروجی سیستم برنامه‌ریزی مواد بصورت جداولی است که مقدار عناوین موردنیاز مواد و قطعات را در دوره‌های زمانی مشخص و در محدوده زمانی برنامه‌ریزی شده تعیین می‌نماید. ولی با وجود همه امکاناتی که سیستم برنامه‌ریزی تأمین مواد در اختیار کاربرانش قرار می‌دهد، این سیستم دچار کاستی‌هایی است که مدیریت عملیات را بسوی تغییر در ماهیت انتقال مواد سوق می‌دهد.

برخی از این ضعفها به شرح ذیل‌اند:

۱ـ زمانهای ساخت: که توسط کاربر سیستم درون آن داده‌آمایی می‌شوند. برنامه MRP این زمانها را قطعی فرض می‌نماید. کارمارکر[3] (۱۹۹۳) تذکر می‌دهد که زمان ساخت، متغیری برای توصیف قطعه نیست، بلکه یکی از شرایط و حالتهای کارگاه تولید است [۱]. برای نمونه زمان ساخت در مونتاژ قطعات یک موتور به عملکرد تجهیزات و کارگران در دوره زمانی تعیین شده بستگی دارد که لزوماً عدد ثابتی مانند n واحد زمانی نیست. اگر در یک واحد زمانی چند نوع قطعه موردنیاز باشد و یا اندازه سفارش بطور غیرمعمول بزرگ باشد، زمان ساخت از حد معمول بیشتر می‌شود. همین حالت برای کوچک بودن اندازه سفارش و یا کم بودن تعداد سفارشها در کارگاه وجود دارد. سیستم MRP زمانهای ساخت متغیر را نمی‌پذیرد و کاربران آن از روی تجربه مبادرت به تنظیم زمانهای ساخت می‌نماید. در صورتیکه BOMها مفصل و پیچیده باشند، تغییر دادن این زمانها وقت‌گیر و پرهزینه است و کاربران برای به‌هنگام نمودن داده‌ها تمایلی نشان نمی‌دهند. این امر باعث نوسانات شدیددر سطح

1- Bill of Materials
2- Lead Time
3- Karmarker

موجودی انبار برای مواد و قطعات مختلف می‌شود که چون در دوره‌های زمانی تعیین شده اتفاق نمی‌افتد، مشکلات حادی را در سطح کارخانه پدید می‌آورد.

۲ـ **اندازه مرسولات**[۱]: تعیین اندازه مرسولات در سطوح و عناوین چندگانه کار بسیار مشکلی است که معمولاً با راه‌حلهای ارائه شده برای بهینه نمودن مقادیر مذکور به جواب نمی‌رسد. لذا کاربران عموماً به تجربیات و دانسته‌های عمومی خویش اکتفا می‌کنند.

۳ـ **ذخیره ایمنی**: سیستمهای MRP محاسبات مربوط به ذخیره ایمنی را پشتیبانی نمی‌کنند. درواقع کاربر سیستم ذخایر ایمنی را برای مواد و قطعات گوناگون بطور دلخواه انتخاب می‌نماید.

۴ـ **مقاومت در برابر بهبود**: این ضعف بسیار مهم درواقع از همان سه مورد فوق نتیجه می‌شود. از آنجایی که جمع‌آوری داده‌ها برای سطوح ذخایر ایمنی، اندازه مرسولات و زمانهای ساخت کار مشکلی است، کاربران در برابر تغییرات طبیعی این مقادیر مقاومت نشان می‌دهند. مشکل داده‌آمایی تنها هنگام اولین برنامه‌ریزی سالیانه نمود می‌یابد و کاربران از دستکاری داده‌ها طی دوره‌های زمانی گوناگون اجتناب می‌ورزند.

چند مورد ضعفهای دیگر نیز شناسایی شده‌اند که همگی در درجه دوم اهمیت قرار دارند:

۱ـ **ثبات داده‌ها**: برای مثال اگر انبار بسته[۲] نباشد و کارگران بتوانند براحتی مواد و قطعات را از انبار جابجا کنند، داده‌ای موجودی در سیستم با آنچه که در واقعیت قابل دسترسی است متفاوت می‌گردد.

۲ـ **تغییرات طراحی**: این مورد بیشتر هنگامی به چشم می‌خورد که محصولی جدید تولید و برای مواد و قطعات، نیازهای جدیدی درخواست شده باشد.

1- Lot Sizes 2- Closed

۳ـ **داده‌های خروجی**: خروجی سیستم MRP گزارشهای مفصل و پرتعدادی است که بکارگیری و پیاده‌سازی آن‌ها را پرزحمت می‌سازد.

۴ـ **کارهای تکمیل شده**: سیستم MRP کارهای تکمیل شده را تا هنگامی که سند انبار ثبت نشود، نمی‌تواند تشخیص دهد. گیلمن[1] (۱۹۹۵) تذکر می‌دهد که اگر مشتری یک سفارش را پس بگیرد، این امکان وجود دارد که کالای تکمیل شده در انبار ذخیره شود ولی در سیستم ثبت نشود. همینطور اگر بخشی از یک حجم بزرگ سفارش آماده شود ولی در سیستم ثبت نشود، نمی‌توان از آن برای برطرف نمودن بخشی از نیازهای مشتری استفاده نمود.

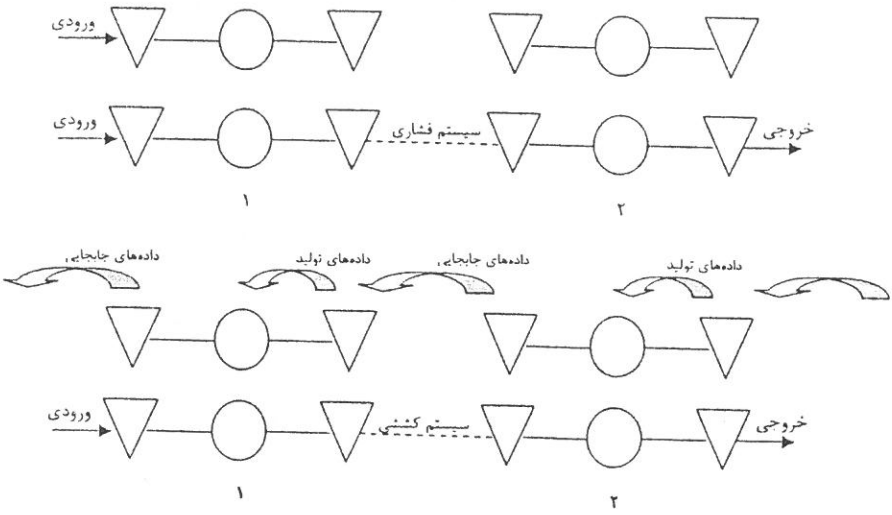
۵ـ **پیاده‌سازی**: پیاده‌سازی سیستم MRP ـ حلقه بسته اگر چه منافع بسیاری در پی دارد ولی بسیار مشکل و پرهزینه است.

۶ـ **محل بکارگیری** MRP: سیستم MRP در صنایعی کاربرد دارد که چند عنوان تولید با فهرست مواد و قطعات پیچیده دارند. بنابراین کاربرد MRP در فرآیندهای مستمر تولید (مانند صنایع شیمیایی و یا نیروگاهها) و نیز تولیدات کارگاهی[2] ایجاد مشکل می‌نماید.

۲ـ سیستم تولید به هنگام. راهبردی برای مدیریت عملیات تولید

ژاپنی‌ها در دهه ۶۰ میلادی برای جبران این نواقص، روش انتقال مواد را از حالت سیستم فشاری[3] به سیستم کششی[4] تغییر دادند. در سیستمهای کششی نرخ مصرف مواد و قطعات موردنیاز از انتها به ابتدای خط تولید اطلاع داده می‌شود و انتقال مواد تنها براساس نیاز ایستگاههای کاری بعدی انجام می‌شود. اگر هنگام تولید هرگونه مشکلی در خط مشاهده شود، کارگران مسئول می‌توانند از ادامه فرآیند تولید جلوگیری نمایند. شکل ۱ـ۲ تفاوت یک سیستم فشاری و کششی را با یکدیگر نشان می‌دهد.

1- Gilman
2- Job Shop
3- Push System
4- Pull System



شکل ۱ـ۲ـ سیستمهای فشاری و کششی در انتقال مواد و قطعات

پس یک قانون ساده برای انتقال مواد در سیستمهای کششی عبارت است از: "قطعات را فقط هنگامی انتقال دهید که موردنیاز هستند" [۲]. این بدان معناست که انتقال بر پایه تقاضا انجام می‌شود. درواقع فرآیند انتقال مواد در خودآگاه سیستم تولید قرار می‌گیرد. مدیریت عملیات از برنامه‌ریزی و کنترل یک سیستم بسته تولید به حالت مدیریت یک سیستم باز تبدیل می‌شود که زیرگروههای تولید با یکدیگر در تعاملند و در فرآیند تولید تا محصول نهایی مشارکت دارند.

برای بهبود وضعیت تعیین اندازه مرسولات بهتر است اندازه مرسوله را کوچک نمود تا بتوان تقاضای درخواستی را بتدریج پاسخ داد. این در شرایطی ممکن می‌شود که ضایعات[۱] تولید به حداقل برسند و کیفیت محصولات قابل اطمینان باشد. مرسولات نیز

1- Waste

باید سر موقع و در محل مناسب تحویل داده و گرفته شوند. **این همان تولید به هنگام (JIT) است.** درواقع فلسفه JIT بر پایه حذف کاستی‌های سیستم برنامه‌ریزی تأمین مواد بنا شده است. برخی از اصول تولید به هنگام عبارتند از:

- کاهش ضایعات تا حد ممکن
- تولید در سطوح بالای کیفیت
- کاهش زمانهای برپایی[۱] تا حد ممکن
- کاهش زمانهای ساخت تا حد ممکن
- کاهش اندازه مرسولات تا حد ممکن و استاندارد نمودن آنها (کم شدن زمانهای برپایی به اقتصادی تولید نمودن در اندازه‌های کوچک کمک می‌کند)
- حذف ذخیره کارهای در جریان[۲] (تولیدات نیمه تمام یا WIP) از سطح انبار و انتقال آنها به سالنهای تولید بطوریکه بلافاصله قابل مشاهده و شمارش باشند.
- کاهش ذخیره انبار هنگامی که خط تولید متوازن[۳] است (کم شدن حجم انبار به شناسایی مشکلات خط کمک می‌نماید)
- افزایش بازده ماشین‌آلات تا حد ممکن
- حل مشکلات باتوجه به اثربخش بودن هزینه‌ها

1- Setup
2- Work-in-Process
3- Balance

جدول ۱-۲- تفاوتهای بنیادی میان سیستمهای سنتی تولید و سیستم تولید به‌هنگام را نمایش می‌دهد [۳].

ویژگی	سیستم سنتی	سیستم تولید به‌هنگام
اولویتها	پذیرش همه سفارشها حق انتخابهای خیلی زیاد	بازار محدود حق انتخابهای کم هزینه پایین، کیفیت بالا
مهندسی	خروجی‌های سفارشی شده طراحی از روی مدارک و اسناد پراکنده	خروجی استاندارد آسان‌سازی در طراحی و ساخت بهبود مستمر طراحی
ظرفیت	بکارگیری بالا غیرقابل انعطاف	بکارگیری تعدیل شده قابل انعطاف
سیستم نقل و انتقالات	کارگاهی	تولید سلولی، گردشی [۱]
چیدمان	فضای بزرگ تجهیزات برای جابجایی مواد	فضای کوچک انتقال دستی و محدود
نیروی کار	مهارتهای خاص متخصص فردگرا با انگیزه‌های رقابتی تغییر و تحول با حکم قانون وضعیت: دستمزد، امتیاز	مهارتهای زیاد و گسترده قابل انعطاف گروههای کاری با انگیزه‌های همکاری تغییر با توافق عمومی بدون تفاوتهای وضعیتی
زمانبندی	برپایی طولانی اجراهای طولانی [۲]	تغییرات سریع اجراهای محدود برای مدل مخلوط [۳]
انبارها	ذخیره‌های بزرگ WIP محوطه‌های بزرگ انبار	ذخیره‌های کوچک WIP انبار حداقل
تأمین‌کنندگان	بسیار رقابتی تحویل به محوطه مرکزی دریافت پیش‌بینی مستقل	کم یا فقط یکی همکاری، شبکه مستقیماً تحویل به خط تولید پیش‌بینی مشترک

1- Flow shop 2- Long runs

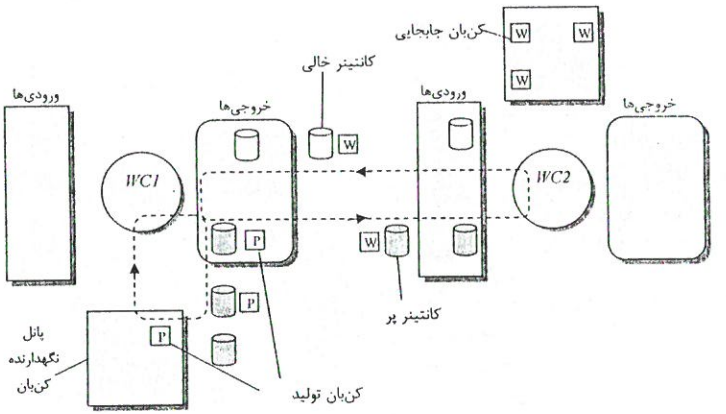
۳- Mixed-Model. مثلاً فرض کنید می‌خواهیم ۳ واحد فرآورده A، ۲ واحد B، و یک واحد C تولید نماییم. در حالت مدل مخلوط بجای تولید به ترتیب A-A-A-B-B-C از مدل A-B-A-B-A-C استفاده می‌شود. در این حالت خط تولید باید از قابلیت زیاد برای برپایی مجدد برخوردار باشد.

برنامه‌ریزی و کنترل	برنامه ـ محوری پیچیده رایانه‌ای	کنترل ـ محوری ساده مشاهده‌پذیر
کیفیت	کنترل از طریق بازرسی تعیین نقاط بحرانی پذیرش نمونه‌برداری	کنترل در منبع پیوسته کنترل آماری فرآیند[1]
تعمیر و نگهداری	تصحیح کننده توسط متخصصین راه‌اندازی سریع تجهیزات اجرا در یک شیفت	پیشگیری توسط اپراتور راه‌اندازی آهسته تجهیزات اجرای ۲۴ ساعته

جدول ۱ـ۲ـ مقایسه سیستم JIT و یک سیستم سنتی تولید

۳ـ سیستم کن‌بان

کن‌بان یک واژه ژاپنی و به معنای کارت قابل مشاهده است. شکل ۱ـ۳ چگونگی ایجاد و جابجایی این کارتها را نمایش می‌دهد [۳].



شکل ۱ـ۳ـ فرآیند کن‌بان

1- Statistical Process Control

برای هر اندازه ثابت از محصولات موردنیاز که در ایستگاه کاری[۱] ۲ باید تولید شود، یک کارت[۲] P (کارت تولید) تخصیص داده می‌شود. ایستگاه کاری ۲ باتوجه به مشخصات مندرج در کارت P دریافت شده، یک یا چند کارت W (کارت جابجایی) را برای انتقال مواد و قطعات آماده می‌نمایند. این کارتها در پانل[۳] مخصوص کارتهای W جایگذاری می‌شوند. حمل‌کننده مسئول کانتینرها هنگامی که کارتهای W در پانل مخصوص ایستگاه کاری ۲ مشاهده کند، آن کارتها را یک به یک در کانتینرهای خالی جاگذاری نموده، به ایستگاههای متناظر قبلی انتقال می‌دهد. در ایستگاه کاری ۱ کارت W کانتینر خالی با کارت P یک کانتینر پر جابجا شده، کانتینر پر با کارت W مربوطه به ایستگاه کاری ۲ انتقال داده می‌شود. درواقع کارتهای W اجازه انتقال کانتینرها را میان ایستگاههای کاری صادر می‌نمایند و کارتهای P مقدار تولید را در یک ایستگاه کاری تعیین می‌نماید.

۱-۳- قوانین کن‌بان

قوانین مربوط به پروسه کانبان به شرح ذیل‌اند [۴].

قانون ۱: پروسه پسین قطعات و مواد موردنیاز را از پروسه پیشین به مقدار موردنیاز و در زمان موردنیاز پس می‌کشد.

مدیریت رده بالای شرکت برای اجرای این قانون، ابتدا باید کارگران را قانع کند که تحولی در جریان تولید، انتقال و توزیع کالا در کارخانه بوجود خواهد آمد. قوانین جزئی‌تر زیر به اجرای قانون ۱ کمک می‌نمایند:

- هرگونه کشش مواد و قطعات بدون استفاده از کارت ممنوع است.
- هرگونه کشش مواد و قطعات که بزرگتر از تعداد کارتها باشد بطور کل ممنوع است.
- همیشه باید یک کارت به محصول تولیدی متصل شده باشد.

1- Work Center
2- Production Card
3- Panel

پیش‌نیازهای سیستم کن‌بان که در این مرحله باید با سیستم تولید ادغام شوند عبارتند از: هموارسازی تولید، چینش فرآیندها و استانداردسازی وظایف و کارها.

قانون ۲: فرآیند پیشین محصولات خود را باید به مقدار پس کشیده شده توسط فرآیند پسین تولید نماید.

توازن زمانی تولید بوسیله خطِ انتقالِ حاصله از مجموع قوانین ۱ و ۲ ایجاد می‌گردد. قوانین جزئی‌تر برای اجرای قانون دوم عبارتند از:

- تولید بیشتر از تعداد کارتها ممنوع است.
- هنگامی که در فرآیند پیشین انواع گوناگونی از قطعات باید تولید شوند، توالی تولید باید براساس ترتیب دریافت شدن کارتها باشد.

قانون ۳: ضایعات هیچگاه نباید به سمت فرآیند پسین حمل شوند.

سیستم کن‌بان بدون اجرای قانون ۳ از بین خواهد رفت. از آنجایی که در حالت بهینه حجم انبار به سمت صفر میل می‌کند، خارج شدن ضایعات دریافت شده در فرآیند پسین توازن خط را مختل می‌نماید. این قانون بطور ضمنی چنین ایجاب می‌کند که فرآیند پیشین تولیدات معیوب نداشته باشد.

قانون ۴: تعداد کارتها باید حداقل شود.

از آنجای که تعداد کارتهای کشش، بیشینه انبار یک قطعه را نشان می‌دهد، این مقدار تا حد ممکن باید کم شود. اگر فرآیند تولید را با کاهش در اندازه دسته مرسوله و یا کوتاه کردن زمان ساخت بتوان بهبود داد، از تعداد کارتهای موردنیاز کاسته خواهد شد. تعداد کل کارتها ثابت نگهداشته می‌شود. بنابراین هنگامی که متوسط تقاضای روزانه زیاد می‌شود، زمان در دست ساخت باید کاهش یابد. این کار با کاهش زمان در گردش عملیات استاندارد شده میسر می‌گردد. زمان در گردش را با تغییر تعداد و یا محل

قرارگیری کارگران می‌توان کمتر نمود. به‌هر حال چون تعداد کارتها ثابت است ناتوانی کارگاه در بهبود می‌تواند به توقف خط تولید بیانجامد. در حالتی که تقاضا کم می‌شود، زمان درگردش عملیات استاندارد شده افزایش خواهد یافت. در این حالت برای رسیدن به توازن خط باید از تعداد کارگران تخصیص داده شده کم نمود.

قانون ۵ : کارتها در فرآیندی باید استفاده شوند که نوسانات تقاضا کوچک باشد. (تنظیم دقیق تولید توسط کارت)

در فرآیندی که از سیستم کارتها استفاده نمی‌شود، سیستم کنترل مرکزی، برنامه زمانبندی تولید را تعیین می‌نماید. بنابراین تغییر ناگهانی در میزان تقاضا نیاز به k روز فاصله پیش از زمانبندی مجدد دارد تا سیستم کنترل تولید بتواند برنامه تولید را بازنگری و دوباره برای کارخانه تعیین نماید. این محدوده زمانی، شامل عملیات محاسباتی رایانه و به روز نمودن داده‌ها می‌شود. در طی این عملیات، فرآیندهای تولید با نوسانات قابل ملاحظه در پیشنیازهای ساخت مواجه می‌شوند. این مشکلات با مشکلات ناشی از عدم وجود تولید یکنواخت در هر پروسه ترکیب خواهند شد.

از طرف دیگر خطوطی که از سیستم کارتها برای تولید استفاده می‌کنند، جزئیات برنامه تولید را همزمان به فرآیندهای پیشین در طول ماه اعلام نمی‌نمایند. هر فرآیند فقط هنگامی که کارت سفارش تولید از کانتینر در انبار جدا می‌شود، می‌تواند بداند چه چیزی را تولید کند. تنها آخرین خط مونتاژ برای تولید روزانه یک برنامه زمانبندی دریافت می‌کند.

۲-۳-کن‌بان الکترونیکی، راه‌حلی برای ارتباط میان واحدهای تولیدی

سیستم[1] EDIK برای برقراری ارتباطات راه دور میان واحدهای گوناگون تولیدی و تأمین‌کنندگان مواد و قطعات طراحی و پیاده‌سازی شده است. این سیستم در حوزه ارتباطات الکترونیکی، از سیستم برنامه‌ریزی MRP و عملیات JIT استفاده می‌کند.

1- EDI Kamban (Registered by developers in May 2001)

برخی از ویژگیهای EDIK در جدول ۱-۲-۳ آورده شده‌اند.

نام ویژگی	روش پیاده‌سازی	نام ویژگی	روش پیاده‌سازی
روش برنامه‌ریزی	سیستم MRP	گردش کار عملیات	JIT
استاندارد پیامدهای مبادله شده	UN/EDIFACT	استاندارد مبادله داده‌ها	XML
استاندارد شبکه	http, SMTP, POP3	کنترل خطا در سطح شبکه	SSL, RSA
کنترل خطای محلی	در سطح اتصال شبکه	ثبت مبادلات	Server Side
پایگاه داده‌ها	SQL Server 2k	برنامه‌نویسی محیط واسطه	VB 6.0
برنامه‌نویسی کن‌بان	HTML, XML, Scripting Languages	برنامه‌نویسی صفحه گسترده	VB 6.0

جدول ۱-۲-۳- ویژگیهای سیستم EDIK

در هر مرحله از آنالیز سیستم، ایده اصلیِ عملیات JIT اساس کار است: توالی مکان-عملیات-زمان. مکان‌های شناسایی شده عبارتند از:

- واحد یا فرآیند پسین
- واحد یا فرآیند پیشین
- تأمین کننده

دو بخش اول در داخل سیستم تولید کننده فرض شده‌اند و مکان تأمین کننده یک موجودیت جدا در نظر گرفته شده است. کلاس واحدهای پسین و پیشین به کلاس واحد تعمیم داده می‌شوند و کلاس تأمین کننده دارای صفات مجزاست.

عملیات آنالیز شده عبارتند از:

- برنامه‌ریزی
- ایجاد پیام
- مبادله پیام
- پردازش پیام

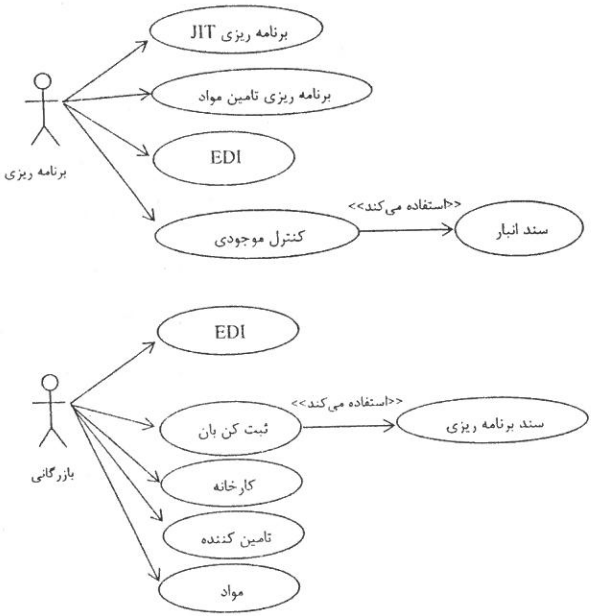
پیامهای مبادله شده عبارتند از:

ـ کن‌بان

ـ راه‌انداز[۱]

ـ تصدیق[۲]

ترتیب عملیات، توالی مکان ـ عملیات ـ زمان را تکمیل می‌کند. بنابراین ترتیب عملیات در نمودارهای توالی آنالیز شده است [۵]. نمودارهای مورد کاربرد[۳] سیستم EDIK در شکل ۱ـ۲ـ۳ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۱ـ۲ـ۳ـ سیستم EDIK

1- Trigger
2- Acknowledgement
3- Use Case

در سیستم EDIK از کن‌بان تولید برای کنترل خط تولید استفاده نشده ولی اطلاعات آن از کن‌بان کششی قابل استناد است. دلایل عدم‌استفاده از کن‌بان تولید در سیستم EDIK را می‌توان اینگونه برشمرد:

- مبادله الکترونیکی داده‌ها برای ایستگاههای کاری که به یکدیگر نزدیکند، عملیاتی پرهزینه و کم بازده است.
- آموزش کاربران سیستم برای ایستگاههای تولیدی که کارکنان آن بیشتر درگیر مسائل تولیدند، اگر با مقاومت روبرو نشود، زمانبر و پرهزینه است.
- عملیات انتقال داده‌ها در محیط‌های صنعتی، نیاز به رعایت پروتکلهای مقتضی دارد [۶]. هزینه‌های بالاسری نرم‌افزار و سخت‌افزار این عملیات چشمگیر است و برای ایستگاههای کاری مجاور مقرون به صرفه نیست.
- ساخت و مونتاژ در صنایع کشور، بیشتر در یک محیط تولیدی انجام و مواد و قطعات توسط تأمین‌کنندگان آنها فرآهم می‌آید.

بنابر دلایل مذکور، سیستم EDIK بر مبنای برنامه‌ریزی و زمانبندی آنالیز شده و عملیات ساخت را پشتیبانی نمی‌کند.

کن‌بان کششی، خروجی جدول نیازمندیهای مواد و قطعات است. این پیام استاندارد نبوده، داده‌های ذیل را شامل می‌شود:

- شماره مرجع کن‌بان
- شماره مرجع مواد و قطعات
- شرح مواد و قطعات
- مقدار سفارش
- تاریخ موردنیاز

از آنجایی که اطلاعات مربوط به فرستنده و گیرنده پیام در قالب اطلاعات سرپیام[1] مبادله می‌شوند، از ذکر مجدّد آنها صرف‌نظر می‌گردد [۷].

1- Message Header

پیام کن‌بان تأمین کننده، یک پیام استاندارد به نام ORDERS از سری پیامهای استاندارد شده سازمان UN/EDIFACT است. داده‌های این پیام در قالب سگمنت‌های ذیل مبادله می‌شوند:

بخش اصلی

- UNH : سرپیام
- BGM : شروع پیام
- DTM : تاریخ ایجاد پیام
- PAI : دستورالعملهای پرداخت

سگمنت SG2

- NAD : نام و نشان طرفهای قرارداد

سگمنت SG10

- TDT : جزئیات انتقال

سگمنت SG12

- TOD : مقرّرات و اصطلاحات

سگمنت SG28

- LIN : ردیف عنوان
- PIA : شماره شناسایی فرآورده
- LMD : شرح عنوان
- MEA : اندازه‌های فیزیکی فرآورده
- QTY : مقدار سفارش
- ALI : توضیحات
- MOA : مبلغ کالا

سگمنت SG34

- PAC : تعداد و نوع بسته‌بندی

سگمنت SG37

- LOC : مکان تحویل

بخش انتهایی

- UNS : کنترل بخش
- UNT : انتهای پیام

پیام تصدیق، یک پرونده بسیار ساده از کد HTML است که میان ایستگاهها مبادله می‌شود. استفاده از کد HTML برای خوانا بودن پیام تصدیق تحت هر سیستم دریافت کننده در نظر گرفته شده است. اگرچه پژوهشگران می‌توانستند از یک استاندارد برای این منظور استفاده نمایند، ولی سربار غیرقابل قبول این کار، طراحان سیستم را بر آن داشت که از یک پیام ساده غیراستاندارد استفاده نمایند. داده‌های پیام تصدیق عبارتند از:

- نام کاربر
- نام پیام دریافت شده
- تاریخ دریافت
- نتیجه خطای نحوی و معنایی
- نتیجه پردازش
- نتیجه کنترل

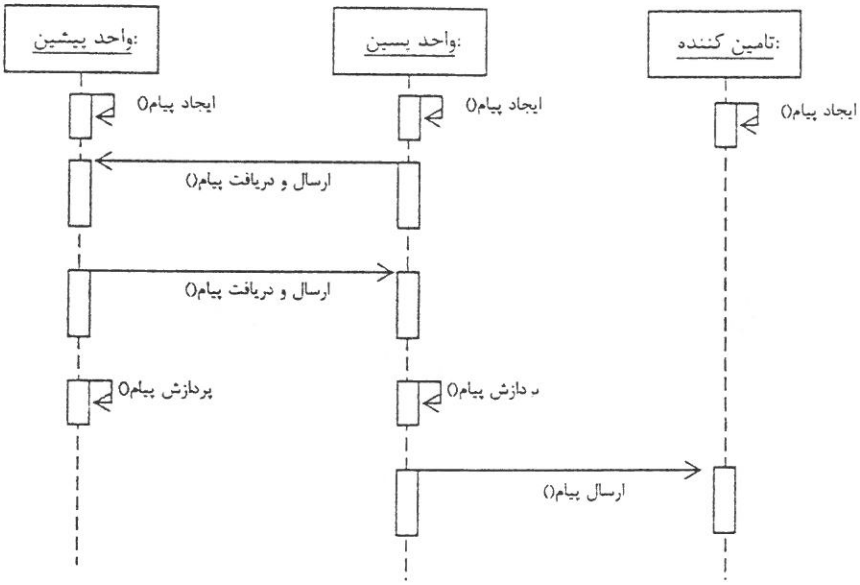
از آنجایی که EDIK بر مبنای سیستم زمانبندی JIT طراحی شده، برای آگاه نمودن واحد پیشین در انتقال مواد و قطعات، یک پیام راه‌انداز نیز آنالیز و طراحی گردیده است.

داده‌های این پیام عبارتند از:

- شماره مرجع کن‌بان
- اعلام آمادگی واحد پسین
- توضیحات

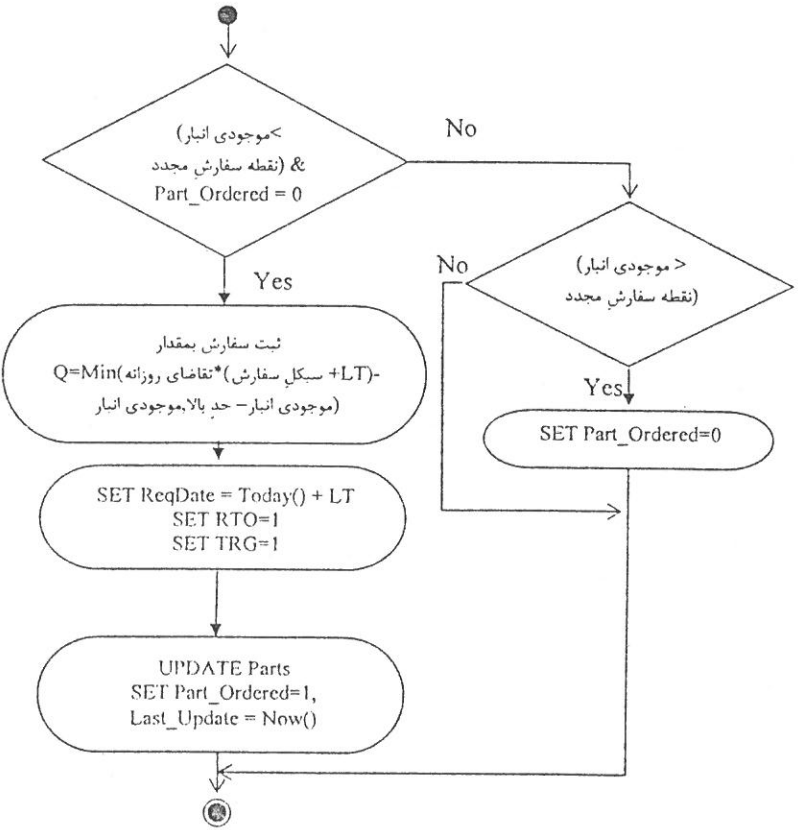
در بخش پردازش پیامها در مورد چگونگی عملکرد سیستم پس از دریافت پیام راه‌انداز توضیح داده شده است.

بدین‌ترتیب آنالیز گردش کار پیامها در سیستم EDIK مطابق نمودار توالی ۲-۲-۳ مدلسازی می‌شود.



شکل ۲-۲-۳- نمودار گردش پیامها در سیستم EDIK

نمودار فعالیت برنامه‌ریزی JIT در حالتیکه از پوشش دوره‌ای مواد و قطعات برای به روز نمودن پایگاه داده‌ها استفاده می‌گردد مطابق شکل ۳-۲-۳ است.



شکل ۳ـ۲ـ۳ـ نمودار فعالیت برنامه‌ریزی با روش JIT

اگر از برنامه‌ریزی به روش JIT استفاده شود، دیگر نیازی به جداول عریض و طویل BOM وجود ندارد. در نقطه شروع فرض کنید مسئول برنامه‌ریزی در انبار یا واحد برنامه‌ریزی کارخانه، مصرف روزانه ماده X1 و D1 تعیین می‌نماید. او از طریق پیام BOM.xml داده‌های مصرف روزانه و موجودی انبار را برای ماده X1 به واحد پیشین

خود (مثلاً واحد بازرگانی) اطلاع می‌دهد. برای این سیستم برنامه‌ریزی، نوسانات تقاضا کوچک فرض و یا اینگونه فرض می‌شود که تقاضای اطلاع داده شده در طول یک دوره سفارش تغییرات اندکی دارد. پیام BOM.xml پایگاه داده‌های واحد پیشین را به روز می‌کند و در صورتیکه موجودی انبار از نقطه سفارش کوچکتر باشد، محاسبات مربوط به ثبت سفارش انجام می‌شود. زمان موردنیاز برای دریافت مرسوله باتوجه به زمان ساخت محصول محاسبه می‌گردد. هر بار که مسئول انبار پیام BOM.xml را ارسال نماید، موجودی انبار به روز می‌شود و در صورتیکه سطح موجودی از نقطه سفارش بیشتر شود (مثلاً مرسوله جدید دریافت شده باشد)، پایگاه داده‌ها دوباره برای ثبت سفارش آماده می‌شود.

با استفاده از این سیستم برنامه‌ریزی، مسئول انبار یا واحد برنامه‌ریزی درمی‌یابد که کلید بهینه نمودن موجودی انبار، تعیین بموقع و صحیح مصرف روزانه هر ماده است و مسئول واحد بازرگانی درمی‌یابد که کلید کار، تعیین نقطه سفارش صحیح است.

اگر یک فرآیند جدید به محصولات شرکت و در نتیجه به فهرست مواد و قطعات موردنیاز افزوده شود، این سیستم قابلیت انعطاف بسیار زیادی از خود نشان می‌دهد. درواقع مسئول بازرگانی تنها کد مواد جدید را در سیستم ثبت و مسئول انبار داده‌های مربوط به مواد جدید را ارسال می‌کند. سیستم EDIK بطور ذاتی کلید عملیات پیگیری را پشتیبانی می‌نماید.

اگر مسئول انبار یا واحد برنامه‌ریزی هیچگونه اطلاعی از چگونگی تشکیل جداول BOM نداشته باشد ولی بتواند از روی مقدار ماده‌ای که هر روز از موجودی انبار کاسته می‌شود، مصرف روزانه ماده را در کسری از یک دوره سفارش تخمین بزند، مشکل کمبود مواد حل می‌شود. در نگاه اول عملیات بسیار تجربی بنظر می‌رسد ولی درواقع این همان هدف اصلی در سیستم تولید به هنگام است: کشش مواد از روی داده‌های قابل مشاهده. در اینجا هرچه قابلیت انعطاف و اطمینان سیستمهای پشتیبانی کننده بیشتر باشد، رفتار سیستم منظم‌تر خواهد بود.

۴ـ نتیجه‌گیری

نظام تولید به‌هنگام در چارچوب یک استراتژی ساخت می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش و کیفیت محصول را افزایش دهد. دستاورد انجام تحقیق درباره این موضوع، نرم‌افزاری است که می‌تواند راهگشای برنامه‌ریزی برای تأمین منابع، ارتباط میان واحدهای درگیر تولید و نیز تأمین‌کنندگان مواد و قطعات باشد.

پنج موضوع کلی که در پژوهش انجام شده مورد بررسی قرار گرفتند عبارتند از:

- تولید به هنگام (JIT)
- برنامه‌ریزی برای تأمین مواد و قطعات (MRP)
- مبادله الکترونیکی داده‌ها (EDI)
- زبان نشانه‌گذاری قابل توسعه[۱] (XML)
- زبان مدلسازی یکپارچه[۲] (UML)

با انجام این پژوهش مشخص گردید که برنامه‌ریزی با روش MRP دارای کاستیهای فراوانی است. تعدادی از مشکلات در بخش اول این مقاله توضیح داده شده‌اند. این نواقص به کمک بکارگیری اصول JIT جبران می‌شوند. همچنین حرکت از عملیات سیستمهای فشاری در انتقال مواد بسوی سیستمهای کششی می‌تواند از کمبود و یا انباشت در انبار و یا انبار در گردش جلوگیری نماید. روش EDI می‌تواند انتقال کن‌بان‌ها را شبیه‌سازی کند. برای استاندارد نمودن این روش از پیامهای بین‌المللی با پروتکل XML استفاده شده است. در عین حال کل عملیات صنعتی در پیاده‌سازی نرم‌افزار با متدولوژی UML مدلسازی شده است.

پس از آموزش آخرین نگارش سیستم EDIK در نمونه واحد تولیدی، کاربران سیستم و مدیران درگیر پروژه، مواردی را که در افزایش بهره‌وری نقش داشت، بطور خلاصه برشمردند. اسناد و مدارک مربوط به خسارات ناشی از کمبود مواد و قطعات، در دفتر مرکزی کارخانه بایگانی شده‌اند. در عین حال رویه‌های استانداارد شده و ابزار

1- Extensible Markup Language

2- Unified Modeling Language

مربوطه برای جبران این خسارات و اخذ گواهینامه‌های معتبر نیز مستند شده‌اند. با بررسی عوامل شناسایی شده و افزودن چند عامل دیگر، فهرست ذیل تنظیم گردید:

عوامل مؤثر در مدیریت کالا

۲ـ کاهش هزینه‌های مربوط به کمبود مواد و قطعات

عوامل متغیر:

ـ بیکاری نیروی انسانی

ـ بیکاری تجهیزات و ماشین‌آلات

ـ برپایی مجدد

ـ کیفیت

ـ تعمیر و نگهداری

ـ ضرر و زیان تعهدات معوقه

ـ بالاسری سفارش در نقاط بیشتر یا کمتر از EOQ [1]

۳ـ افزایش کیفیت در برنامه‌ریزی برای تأمین مواد و قطعات

عوامل بهبود:

ـ استاندارد شدن رویه به ثبت سفارش خارجی

ـ استاندارد شدن رویه ارتباط میان واحدهای درگیر

ـ برخورداری از دو روش برنامه‌ریزی

ـ مستند شدن رویه برنامه‌ریزی

۴ـ افزایش سرعت پاسخگویی به نوسانات تقاضا

۵ـ افزایش سرعت ارتباط میان واحدهای پسین و پیشین در تهیه مواد و قطعات

۶ـ افزایش سرعت در تنظیم فهرست فرآورده‌ها و یا مواد و قطعات

۷ـ افزایش دقت پیگیری در تأمین و انتقال مواد و قطعات

1- Economic Order Quantity

۸ـ کاهش هزینه‌های واحدهای مربوط

عوامل متغیر:

ـ هزینه‌های اداری (پرسنلی، ملزومات، فضا)

ـ هزینه‌های مالی (پرسنلی، ملزومات، فضا)

ـ هزینه‌های تدارکات (پرسنلی، حمل‌ونقل، تعمیر و نگهداری)

۹ـ کاهش هزینه‌های اطلاعاتی و یا اطلاع‌رسانی

عوامل متغیر:

ـ دسترسی به داده‌های ثبت شده از طریق شبکه محلی هر واحد در همه سطوح مدیریتی

عوامل فنی

۱ـ امکان گزارش‌گیری همزمان از نوسانات موجودی، تقاضا و سفارشهای کالا و نیز درخواستهای واحد پسین

۲ـ امنیت بیشتر سیستم در مبادله الکترونیکی داده‌ها

۳ـ نصب، راه‌اندازی و آموزش سریع سیستم به نرم‌افزارهایی که برای برنامه‌ریزی و یا کنترل موجودی بکار می‌روند.

۴ـ جدا بودن محیط واسطه از پایگاه داده‌ها

۵ـ استفاده از استاندارد بین‌المللی برای مبادله الکترونیکی داده‌ها

سیستم EDIK در بستر مخابراتی مناسب، عملیات انتقال کالا را میان واحدهای درگیر تولید پیگیری می‌نماید. اگر بهره‌وری برآیندی از کارآیی و اثربخشی باشد، پژوهشگران تلاش نموده‌اند تا نتیجه کار باعث افزایش بازده عملیات برنامه‌ریزی و انتقال کالا در واحدهای تولیدی صنعتی گردد و در کل فرآیند مذکور مؤثر واقع شود.

منابع و مآخذ

1- Silver E.A., Pyke D.F., Peterson R., "Inventory Management & Production Planning & scheduling". John Wiley & Sons, 3d Edition, 1998.

2- Dilworth J.B.,(1993). "Production and Operations Management". McGraw-Hill, Fifth Edition ,

3 - Shafer S.M., Meredith J.R.,(1998),"Operation Management". John Wiley & Sons.

4- Hernandez A., "Just-in-Time Manufacturing, A Practical Approach".Newyork: Prentice-Hall Inc.

۵ـ ساعدی م،(۱۳۷۹). "چکیده UML: زبان مدل‌سازی یکپارچه"، شرکت توسعه نرم‌افزاری هدی.

۶ـ ضمیری ن.(۱۳۷۶)،"پروژه طراحی و مهندسی سیستم کنترل گسترده (DCS) یک نیروگاه حرارتی نمونه"، مرکز تحقیقات نیرو.

7- EDIFACT.(1988). "Eletronic data interchange for adiminstration, commerce and transport - Application level syntax rules". International Organization for Standardization.