

به کارگیری مدیریت جریان ارزش در بهبود فرآیند تولید (مطالعه موردی خط مونتاژ مانیتور شرکت مادیران)

نویسندگان: دکترهایده متقی*^۱ و الهه ارسلان^۲

۱. استادیار دانشگاه شهید بهشتی

۲. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه شهید بهشتی

*Email: hydehm@yahoo.com

چکیده

امروزه به خاطر محدودیتهای اقتصادی و توسعه و پیچیدگی بازارها، استفاده بهینه از منابع در دسترس و شناخت و پاسخگویی به موقع به خواسته های مشتریان در بخشهای مختلف بازار به امری اجتناب ناپذیر تبدیل شده است و سازمانها را بر آن داشته تا با حذف ساختارها و روشهای کار سنتی، سهم خود را در بازار حفظ نمایند. به علت وجود رقابت در سیستمهای تولیدی، کاهش هزینه ها و اتلاف و بهبود فرایند تولید از مسائل مهم در کارخانجات تولیدی و خدماتی محسوب می گردد، این عوامل باعث می شوند تا حرکت به سمت تولید ناب به عنوان یک ضرورت مطرح شود. در این راستا یکی از مسائل مهم، شناخت اتلاف در فرایند تولید می باشد. صنعت الکترونیک نیز از این قاعده مستثنا نمی باشد، که در این تحقیق سعی شده با استفاده از روش مدیریت جریان ارزش به عنوان بهترین راه برای برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی، نقاط اتلاف شناسایی شده و به طراحی سیستم جدید تولید پرداخته شود. لذا گام های این فرایند که شامل انتخاب جریان ارزش هدف، ترسیم نقشه وضعیت فعلی، محاسبه شاخص های کارآیی، ترسیم وضعیت آتی و ارائه برنامه کاپزنی برای بهینه سازی جریان ارزش هدف مورد بررسی قرار می گیرد و نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار شبیه سازی ED اندازه گیری می شود.

واژگان کلیدی: نقشه برداری جریان ارزش، مدیریت جریان ارزش، سیستم کششی، کانبان

دانشور

رئیس

مدیریت و پیشرفت

Management and
Achievement

• دریافت مقاله: ۸۷/۲/۱۷

• پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۹

*Scientific-Research
Journal of
Shahed University
Eighteenth Year
No. 47-2
Jun.Jul.2011*

دوماهنامه علمی - پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال هجدهم - دوره جدید
شماره ۲-۴۷
تیر ۱۳۹۰

مقدمه

امروزه با این که علاقه روز افزونی به استفاده از مفاهیم و روشهای تولیدی جدید وجود دارد، همچنان در برخی شرکتهای تولیدی به روش سنتی انجام می گیرد. با توجه به رقابت روز افزون در محیط، برای باقی ماندن در صحنه رقابت و نیز تجربه اقتصادی موفق، ناب نمودن سیستم تولیدی در شرکتهای ضروری به نظر می رسد و مسلماً سیستم فشاری به علت عدم تطابق سریع با تغییرات تقاضا (نوسانات تقاضا) قادر به پاسخگویی نخواهد بود. در شرکت الکترونیکی مورد مطالعه، برنامه ریزی تولید به صورت سالانه تدوین شده و دستور العمل ها به صورت هفتگی از سطوح بالاتر به واحد برنامه ریزی سالن مونتاژ ارسال می گردد. بر این اساس با اینکه در حال حاضر تلاشهای زیادی در راستای به کارگیری روشهای تولیدی جدید صورت پذیرفته است، اما بررسیها نشان می دهند که این تلاشها تنها در بخشهایی متمرکز شده و در اکثر قسمتها همچنان سیستم فشاری حکمرانی می کند. این تحقیق بر آن است تا با استفاده از نقشه برداری جریان ارزش به طراحی سیستم تولید کششی در شرکت مورد مطالعه پردازد به نحوی که زمینه برای کاهش هزینه نگهداری کالای در جریان ساخت، فضای مورد نیاز برای نگهداری، حمل و نقل و نیز افزایش انعطاف پذیری فراهم گردد.

تاریخچه مدیریت جریان ارزش

آنچه که امروزه به عنوان "نقشه برداری جریان ارزش" از آن نام برده می شود در سال ۱۹۵۰ در توپوتا به عنوان "نقشه برداری حرکت مواد و اطلاعات" و ابزاری برای مدیریت فرایند تغییرات شناخته و توسعه داده شده بود. نقشه برداری اساساً یک زبان است و همچون هر زبان دیگری از دستورات و قواعد رسمی خود استفاده می کند (۱). نقشه برداری جریان ارزش در ابتدا در سال ۱۹۹۵ با یک دلیل اصلی با انتخاب و استفاده از مجموعه ای از ابزارها "برای کمک به محققان و شاغلین در راستای شناسایی اتلافها در جریان ارزش و در نتیجه یافتن مسیری

مناسب برای از بین بردن آنها" توسعه داده شد (۲). نقشه های جریان ارزش شکلی از مدیریت بصری می باشند، که این به تنهایی برای اجرای آنها کافی نیست. بدون درکی درست از اصول تولید ناب، نقشه برداری منجر به حداقل سازی اتلافها و دستیابی به تعالی سازمانی نمی گردد (۳).

مدیریت جریان ارزش بر پایه رویکرد نقشه برداری جریان ارزش بنا نهاده شده است، اما بر بسیاری از نقاط ضعف و مشکلات آن غلبه کرده است. مدیریت جریان ارزش پایه و اساس بسیار بهتری برای توسعه پایدار یک یا چند شرکت در حال پیشرفت می باشد (۲). مدیریت جریان ارزش به دنبال حذف اتلافها تا حد صفر با استفاده از ترسیم نقشه جریان محصول می باشد (۴). بنابراین، تنها یک ابزار مدیریتی نیست بلکه فرآیند مسلم و بی چون و چرای برنامه ریزی بهبودهاست که به یک شرکت اجازه ناب شدن می دهد... برای خلق یک سازمان کاملاً ناب، باید ابزارها و روشهای ناب و چگونگی تلفیق آنها یاد گرفته شود. آنچه مورد نیاز است، فرآیند کاملی است که برنامه های استراتژیک را با کار روزانه مرتبط کرده و به طور همزمان این اصول را آموزش می دهد. هشت گام مدیریت جریان ارزش که به طور متوالی از این جریان پیروی می کند، عبارتند از: (۳)

گام ۱) تعهد به ناب

گام ۲) انتخاب جریان ارزش هدف

گام ۳) یادگیری درباره مفاهیم تولید ناب

گام ۴) ترسیم نقشه وضعیت موجود جریان ارزش هدف

گام ۵) تعیین معیارهای ناب و اندازه گیری آنها

گام ۶) ترسیم نقشه وضعیت آینده جریان ارزش

گام ۷) خلق برنامه بهبود

گام ۸) اجرای برنامه بهبود

بسیاری از سازمانهای تولیدی اهمیت ناب شدن را دریافته اند. با این همه بسیاری از سازمانهایی که ناب شدن را انجام می دهند ضرورتاً ناب نمی شوند چون آنها بهبودها را به طور پراکنده اجرا می نمایند. برای ناب شدن باید از ابزارهای اثبات شده ای استفاده نمود تا بهبودهایی

پایدار حاصل گردد. مدیریت جریان ارزش فرآیندی است در راستای برنامه ریزی و ارتباط که با تکیه بر ناب از طریق دریافت اطلاعات دقیق و حساب شده و تجزیه و تحلیل آنها حاصل می شود (۳). در سالهای اخیر مدیریت جریان ارزش به عنوان بهترین راه برای اجرای ناب به چشم می خورد. نقشه برداری جریان ارزش نیز ابزاری است نقشه ای که برای تشریح شبکه زنجیره تأمین به کار برده می شود که نه تنها جریان مواد، بلکه جریان اطلاعات را نیز نمایش می دهد. این نمونه عینی، فرآیند اجرای ناب را با کمک شناسایی مراحل دارای ارزش افزوده و حذف ضایعات و مراحل بدون ارزش افزوده تسهیل می نماید (۵).

مروری بر پیشینه تحقیق

با توجه به توجه روز افزون به تولید ناب و کشتی تلاشهای زیادی برای طراحی این گونه سیستمها با به کارگیری روشهای مختلف صورت گرفته است. در این جا به تحقیقات و مطالعاتی که در حوزه های طراحی سیستم ناب و بهبود فرایند تولید با استفاده از VSM صورت گرفته و یا به آنها نزدیک می باشد اشاره می گردد:

تیلور (۲۰۰۹) در یک مطالعه موردی در صنعت کفش به کاربرد مدیریت جریان ارزش در بهبود زنجیره تأمین جهانی پرداخته است. این مطالعه انواع ضایعات و مشکلاتی را که در سرتاسر زنجیره تأمین رخ می دهد را مشخص ساخته و همچنین مجموعه ای از معیارهای عملکرد کلیدی برای بهبود عملیات تأمین بین المللی معین می نماید. تیلور در این مقاله چگونگی بهبود عملکرد زنجیره تأمین جهانی را بوسیله متراکم سازی زمان انتظار، هزینه های در حال کاهش و خدمات مشتریان بهبود یافته و همچنین ارتباط آن با عملکرد تجاری روبه بهبود با استفاده از تکنیک های مدیریت جریان ارزش تشریح می نماید (۶). دینش و سایرین (۲۰۰۸) به شناسایی ضایعات و از بین بردن آنها در زنجیره تأمین صنعت روغن خوراکی با استفاده از نقشه برداری جریان ارزش برای بهبود عملکرد و بکارگیری حداکثر ظرفیت پرداخته اند (۷).

راجگوپال و عبد الملک^۱ (۲۰۰۶) از نقشه برداری جریان ارزش به عنوان ابزار اصلی برای شناخت فرصتها برای تکنیکهای مختلف ناب، در یک کارخانه فولاد سازی استفاده نمودند. آنها همچنین از یک مدل شبیه سازی برای مقایسه قبل و بعد (وضعیت موجود و آتی) برای تشریح مزایای نهفته ای مانند کاهش زمان انتظار و کاهش موجودی کار در جریان به مدیران استفاده نمودند (۸). هولیان و ون^۲ (۲۰۰۲) در مقاله ای استفاده از نقشه برداری جریان ارزش در تولید ناب را مطرح کردند، از آنجایی که تغییرات و یا طراحی مجدد لی اوت هزینه های بسیار بالایی را دربردارد، به وسیله شبیه سازی و نقشه های جریان ارزش، مدیران می توانند قبل از اجرا و تغییر شکل سازمان به سمت ناب، اثرات آن را با حداقل هزینه مشاهده نمایند. در این مقاله تأثیرات ناب شدن به طور آشکار به وسیله شبیه سازی نشان داده شده است (۵). پیتر هینز (۱۹۹۹) در مقاله خود با عنوان نقشه برداری جریان ارزش، مطالعه موردی در صنعت توزیع، به تشریح نقشه برداری بعنوان ابزاری در جهت توسعه شبکه توزیع کنندگان در ارتباط با توزیع کننده اصلی قطعات الکترونیکی می پردازد. این مقاله به نقشه برداری از فعالیتها از سطح کارخانه و تعریف فرصتهای بهبود می پردازد و سپس یک برنامه بهبود برای شرکت ارائه می کند (۹). آزاده و دیگران (۲۰۰۵) به ارائه چارچوبی برای طراحی مجدد سیستمهای تولیدی به سمت سیستمهای تولید بهنگام با استفاده از شبیه سازی کامپیوتری و تجزیه و تحلیل واریانس اقدام کردند (۱۰). شهاب الدین و دیگران (۲۰۰۲) از شبیه سازی برای یافتن تعداد کانبان و دسته های کوچک مورد نیاز استفاده نمودند که مزایای زیادی را از خود نشان داده است. آنها به طراحی سیستم کانبان با استفاده از تکنیک غیر خطی شبیه سازی شده پرداختند که در این تحقیق از یک مدل شبیه سازی با یک سیستم تک کارتی برای تجزیه و تحلیل استفاده شده است (۱۱). تحقیقی دیگر که توسط مارک در سال ۲۰۰۱

^۱Rajgopl & Abdulmalek

^۲Hoa Lian & Van

فشاری سنتی به سیستم کششی با استفاده از اجرای مدل ناب سازی ارائه شده در مدیریت جریان ارزش به عنوان راه حلی برای این مشکلات مطرح شده است، زیرا این روش به تولیدکنندگان کمک می کند به جای فرایندهای تولیدی مجزا به حرکت و به جای بهبودهای فرایندی جدا از هم، به تحقق کل سیستم ناب بیاندیشند. بنابراین سوالات ذیل در این تحقیق مطرح می شود:

۱. طراحی سیستم تولید کششی برای محصول

مانیتور در شرکت مادیران چگونه می باشد؟

۲. حداقل کالای در جریان ساخت بین ایستگاه

های کاری چه میزان است؟

۳. در صورت به کارگیری این طرح، میزان صرفه

جویی در فضای مورد استفاده به چه میزان می باشد؟

۴. در صورت به کارگیری این طرح، میزان صرفه

جویی در هزینه نگهداری کالای در جریان ساخت به

چه میزان برآورد می شود؟

با اجرای مدل ارائه شده در مدیریت جریان ارزش می

توان، مصرف قطعات مورد نیاز را از انبار تا ایستگاه ها

کنترل نمود و برنامه ریزی تولید را بر اساس نیاز واقعی

مشتری انجام داد.

روش شناسی تحقیق

در این تحقیق ابتدا وضعیت فعلی در سالن مونتاژ مورد

بررسی قرار گرفته و پس از شناسایی مشکلات، با استفاده

از نقشه برداری و مدیریت جریان ارزش اقدام به برنامه

ریزی در جهت رفع مشکلات گردیده است، به نحوی که

منجر به بهبود فرایند تولید در این سالن گردد. با توجه به

طراحی سیستم جدید، راه حل‌های ارائه شده مورد تحلیل و

میزان تأثیرشان بر بهبود سیستم مورد بررسی قرار خواهد

گرفت. لذا، روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش،

"توصیفی - اقدام پژوهی" است. به این معنی که پس از

شناخت شرکت و مشخص شدن مشکلات آن، گام های

انجام شده به شناخت اصول کانبان و سیستمهای کششی کانویپ^۱ با به کارگیری شبیه سازی پرداخته شده است. در این تحقیق با تشریح ساختار شبیه سازی با استفاده از کانبان و کانویپ در یک سیستم تولیدی چگونگی کنترل موجودی در جریان و تعداد کارتهای بهینه در جریان در سیستم مقایسه گردیده است (۱۲). دوتا و عبدو^۲ (۱۹۹۳) تأثیر سایز کانتینر، تعداد کانبانها و فراوانی جابجایی مواد را بر مجموع هزینه های کم بهره گیری^۳ ماشین، نگهداری موجودی و تنظیم را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج شبیه سازی برای سیستم کانبان دوکارتی چند خط، چند محصول نشان داد که هزینه حداقل سازی سایز کانتینر، متوازن ساختن^۴ هر دو با افزایش فراوانی جابجایی مواد و افزایش تعداد کانبانهاست (۱۳).

بیان مسئله

در سیستم های سنتی تولید، برنامه ریزی کلیه فرایندها از قبل مشخص بوده و هر فرایند طبق برنامه خود و مستقل از دیگری کار می کند. در این سیستم چنانچه تغییری در تقاضا رخ دهد برنامه کلیه فرایندها تغییر می کند و مشکلاتی را به وجود می آورد که یکی از مهمترین آنها بالا رفتن حجم موجودی در جریان می باشد (۳). در شرکت مورد مطالعه در حال حاضر تلاش های زیادی در راستای به کارگیری روش های تولیدی جدید صورت پذیرفته است تا بدین طریق از میزان اتلاف ها کاسته شود، اما بررسی ها نشان دهنده این است که این تلاش ها تنها در بخش هایی متمرکز شده و در اکثر قسمت ها همچنان سیستم فشاری حکمرانی می کند.

بنابراین در سالن های تولیدی مخصوصاً سالن های تولید مانیتور با مسائل و مشکلات زیادی روبرو می شویم از جمله موجودی بالای قطعات در کنار خط و انبارها و عدم وجود فضای کافی که تمامی آنها ناشی از وجود سیستم تولید فشاری می باشد. در نتیجه تبدیل سیستم

^۱CONWIP

^۲Dutta & Abdou

^۳Under utilization

^۴offset

اما بررسیها نشان دهنده این است که این تلاشها تنها در بخشهایی متمرکز شده و در اکثر قسمتها همچنان سیستم فشاری حکمرانی می کند. بنابراین در سالنهای تولیدی مخصوصاً سالنهای تولید مانیتور با مسائل و مشکلات زیادی روبرو می شویم از جمله موجودی بالای قطعات در کنار خط و انبارها و عدم وجود فضای کافی که تمامی آنها ناشی از وجود سیستم تولید فشاری می باشد.

اجرای فرایند مدیریت جریان ارزش

گام اول: تعهد مدیریت به ناب

برای اینکه بتوان فرایند مدیریت جریان ارزش را به طور موفق اجرا نمود بایستی سازمان و مدیریت عالی از این فرایند حمایت کامل نمایند. این حمایت شامل تأمین مالی، تخصیص منابع سازمانی و اختیارات لازم به گروه مدیریت جریان ارزش می باشد (۳). تعهد به ناب مستلزم درک واقعی مدیریت از اصول و ابزارهای ناب و سپس سرمایه گذاری روی کارکنان و مدیران عملیاتی برای آشنایی با این ابزارها می باشد.

گام دوم: انتخاب جریان ارزش هدف

انتخاب جریان ارزش را در واقع مشتری تعریف می نماید. اگر شرکتی محصول مشابهی را برای مشتریان متفاوت تولید کند، هر یک از فرایندها یک جریان ارزش محسوب می شود. اما در صورتی که مشتری جریان ارزش را تعریف نکرده باشد، می توان از یکی از دو روش زیر برای تعیین جریان ارزش برای بهینه سازی استفاده نمود: (۳)

• تجزیه و تحلیل کمی محصول ۱

• تجزیه و تحلیل مسیر محصول ۲

در این مطالعه کارشناسان کارخانه بعنوان مشتری، سالن مونتاژ را بمنظور انجام این تحقیق انتخاب نمودند که با توجه به مشترک بودن فرایند کلی ساخت بین مدل های مختلف مانیتور و عدم وجود تنوع محصولی، به

ایجاد تعهد، انتخاب جریان ارزش هدفو یادگیری مدل جریان ارزش اجرا شده تا آمادگی پذیرش تغییر حاصل شود، سپس با توجه به مشاهدات و بررسی مستندات مربوط به گردش موجودی قطعات و فرایندها، مراحل ترسیم نقشه جریان ارزش فعلی، تعیین و اندازه گیری معیارهای کارایی، ترسیم نقشه وضع آتی و ایجاد برنامه کایزنی که منجر به طراحی سیستم مکانیزه کانبان در خط مونتاژ گردید، صورت پذیرفت.

مروری بر وضعیت موجود

جامعه آماری این تحقیق از ابتدای خط تولید مانیتور های LCD و CRT در شرکت مادران می باشد که به طراحی سیستم تولید کشتی در آن پرداخته شده است، به عبارت دیگر جامعه آماری شامل تمامی خطوط فرعی و اصلی در تشکیل مانیتور های LCD و CRT می باشد. در ارتباط با نمونه آماری و روش نمونه گیری باید اظهار داشت که نمونه آماری بخشی از فرایند تولید مانیتور در سالن دوم یا سالن SKD می باشد. چگونگی انتخاب نمونه بر اساس یکی از گام های مدیریت جریان ارزش با استفاده از تجزیه و تحلیل کمی قطعات موجود در تمامی سالن ها صورت گرفته است.

برنامه ریزی تولید در سالن مورد مطالعه مانند سایر بخشهای شرکت با برنامه سالانه تولید که ناشی از پیش بینی تقاضاست آغاز می شود و سپس برنامه تولید سالنهای مختلف تنظیم می گردد و بر اساس برنامه جامع، برنامه هفتگی سالنهای مختلف مشخص می گردد. میزان تولید روزانه تقریباً ثابت و به میزان ۱۰۰۰ مانیتور LCD و ۲۱۰۰ عدد مانیتور CRT می باشد. قطعات لازم برای تولید بردهای مانیتور از دو دسته قطعات کوچک و بزرگ تشکیل شده است که قطعات کوچک به یکباره برای تولید یک روز و قطعات بزرگ به دلیل حجم زیادی که اشغال می نمایند دو بار در روز به سالن تولید منتقل می گردند. در شرکت مورد مطالعه در حال حاضر تلاشهای زیادی در راستای به کارگیری روشهای تولیدی جدید صورت پذیرفته است تا بدین طریق از میزان اتلافها کاسته شود،

¹Product Quantity (PQ) analysis

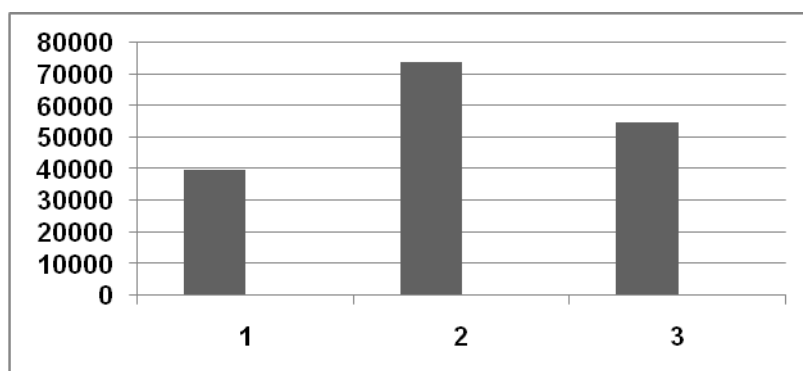
²Product Routing analysis

موجودی قطعات می باشد، بنابراین چون این سالن در صدر واقع شده است می تواند بهترین انتخاب برای جریان ارزش مورد هدف باشد. در ضمن به علت قرار گرفتن این سالن به عنوان آخرین مرحله مونتاژ انتخاب خوبی می باشد.

تجزیه و تحلیل کمی قطعات برای انتخاب جریان ارزش هدف پرداخته شده است. بنابراین میزان موجودی سالن با توجه به اسناد و مدارک موجود استخراج و به تفکیک معین گردیدند. همانگونه که در جدول مشاهده می گردد بیشترین موجودی قطعات مربوط به سالن دوم با ۴۴ درصد

جدول ۱. موجودی قطعات در هر یک از سالنها

سالن	فراوانی قطعات (تعداد)	فراوانی تجمعی قطعات	درصد موجودی قطعات
۱	۳۹۶۰۰	۳۹۶۰۰	۲۳,۵۰٪
۲	۷۳۹۰۰	۱۱۳۵۰۰	۴۴,۰۰٪
۳	۵۴۸۰۰	۱۶۸۳۰۰	۳۲,۵۰٪



نمودار ۱. نمودار پارتو میزان موجودی سالن ها

سازی^۳ و روش های در نظر گرفته شده برای هر کدام، مورد استفاده قرار گیرد. هر کدام از این مراحل ابزار های خاص خود را دارا می باشند(۳).

گام سوم: یادگیری درباره مفاهیم تولید ناب در این گام اطمینان حاصل می شود که همه افراد مفاهیم مربوط به ناب را کاملاً درک کرده اند. برای اجرای تولید ناب باید سه مرحله تقاضا^۱، جریان^۲ و یکنواخت



نمودار ۲. مدل جریان ارزش برای اجرای ناب(۳)

³Leveling

¹Demand
²Flow

گام چهارم: ترسیم نقشه وضعیت موجود جریان ارزش

هدف

نقشه برداری، مبانی برنامه ناب سازی را فراهم می کند و فقط تکنیکی است در جهت ناب شدن، به عبارت دیگر نقشه برداری جریان ارزش، یک ابزار قلم و کاغذی است که این امکان را به وجود می آورد که در حالیکه محصول، مسیر خود را در طول جریان ارزش طی می کند، حرکت مواد و اطلاعات نیز دیده و درک شود (۱). استفاده از نقشه های جریان ارزش موجب مشاهده مشکلات و شناسایی منابع اتلاف، نشان دادن کلیه جریانهای مواد اولیه و اطلاعات در مقایسه با بررسی تک تک فعالیتها، نشان دادن چگونگی ارتباطات عملیات با کنترل تولید و بوجود آوردن زبان مشترکی بین کارکنان در محیط کاری می گردد (۳). برای ترسیم نقشه جریان ارزش وضع موجود نیاز به جمع آوری یکسری مشخصه های فرایند می باشد:

- تقاضای روزانه مشتری: با توجه به داده ها و اطلاعات جمع آوری شده از برنامه شرکت، متوسط تقاضا در هر روز برای انواع مختلف محصول مانیتور LCD به میزان ۱۰۰۰ و برای مانیتور CRT، ۲۱۰۰ عدد می باشد.

- حمل به مشتری: از آنجایی که تنها مشتری، سالن شماره ۳ یا مونتاژ نهایی می باشد و انتقال به این سالن از طریق نقاله صورت می گیرد بنابراین روزانه ۱۰۰۰ حمل به مشتری خط LCD و ۲۱۰۰ حمل به مشتری خط CRT به صورت تکی صورت می گیرد.

- حمل قطعات مورد نیاز از تأمین کنندگان: تأمین کنندگان سالن دوم، سالن اول و انبارها می باشند که

قطعات کوچک هر روز صبح قبل از شروع شیفت کاری از انبار و همینطور سالن اول به خط منتقل می شوند و بخشی از قطعات که حجم و فضای بیشتری را اشغال می کنند دو بار در روز، صبح و بعد از ظهر به خط تولید منتقل می گردند.

- زمان خالص کاری برای تولید برد در سالن دوم: زمان در دسترس برای تولید در این سالن در یک روز کاری ۸ ساعت و یا ۲۸۸۰۰ ثانیه خواهد بود.

با استفاده از مشخصه های ارائه شده در فوق که از بررسی وضعیت کنونی سیستم به دست آمده و نیز علائم جریان ارزش، نقشه وضعیت موجود جریان ارزش هدف ترسیم می گردد که در پیوست ۱ ارائه گردیده است.

گام پنجم: تعیین معیارهای ناب و اندازه گیری آنها

معیارهای ناب مانند یک ابزار برای بهبود مستمر و از بین بردن ضایعات عمل می کنند. معیارهای مورد استفاده باید قابل درک بوده و گردآوری آنها آسان باشد (۳). معیارهای ناب این امکان را به وجود می آورد که منابع اتلاف حذف گشته و زمینه لازم برای بهینه سازی مستمر فراهم گردد. بدین ترتیب برخی از معیارهایی که در مطالعه این خط تولید مورد استفاده قرار گرفت عبارتند از:

- میزان و زمان انتظار قطعات ورودی به ایستگاه های کاری: منظور قطعاتی است که خط تولید را تغذیه می کند و برای محاسبه زمان انتظار، میزان موجودی ورودی به هر ایستگاه بر متوسط تولید روزانه تقسیم می گردد.

جدول ۲. موجودی واقعی و موجودی لازم و زمان انتظار قطعات ورودی در هر کدام از خطوط LCD و CR

خط مورد مطالعه	قطعه ورودی مورد نیاز برای یک محصول	قطعه ورودی مورد نیاز برای تولید متوسط در روز	مجموع موجودی قطعات ورودی بین ایستگاه ها	تعداد قطعات ورودی	مجموع روزهای انتظار برای هر قطعه	تفاوت
LCD	۲۵	۲۵۰۰۰	۳۳۸۷۵	۲۵	۱۰,۸۴۲	۸۸۷۵
CRT	۱۱۷	۲۴۵۷۰۰	۳۹۰۰۵۰	۱۱۷	۱۳,۰۹	۱۴۴۳۵۰
مجموع	۱۴۲	۲۷۰۷۰۰	۴۲۳۹۲۵	۱۴۲	۱۲۱۵۱	۱۵۳۲۲۵

که در آن k تعداد سؤالات پرسشنامه S_k^2 واریانس سؤال k ام S^2 واریانس کل آزمون می باشد.

با توجه به جدول فوق مشاهده می شود که T محاسبه شده با استفاده از اطلاعات پرسشنامه با استفاده از نرم افزار SPSS از میزان T جدول توزیع احتمال مقدار کمتری اختیار کرده است. بنابراین فرضیه H_0 با احتمال ۹۵٪ قبول و فرضیه H_1 رد می شود یعنی در شرایط فعلی و وضعیت موجود خط تولید مانیتور با سطح اطمینان ۹۵٪ از نظر کشتی بودن در حد قابل قبولی قرار ندارد.

گام ششم: ترسیم نقشه وضعیت آینده جریان ارزش

پس از ترسیم نقشه های وضعیت موجود و تعیین شاخص و معیارها، باید با بهره برداری از خلاقیت نیروی کار، نقشه های جریان ارزش وضعیت آینده را بر مبنای سه مرحله اجرای ناب طراحی نمود (۳). نقشه جریان ارزش وضعیت آینده با استفاده از ابزارهای ناب برای سیستم طراحی می شود تا کاربردی بوده و بتواند در حذف یا حداقل کاهش انواع اتلاف در سیستم تولید موجود کمک کند. این نقشه سپس به عنوان مبنایی برای انجام تغییرات اساسی روی سیستم استفاده می گردد (۸). در این مطالعه موردی، از مدیریت جریان ارزش در خط مونتاژ مانیتور استفاده شده تا به عنوان یک برنامه اجرایی وضع آینده جریان ارزش را که منجر به بهبود فرایند تولید می گردد، به تصویر بکشد. در این مرحله برای پیش بینی نتایج حاصله، فرایند طراحی شده با استفاده از نرم افزار Enterprise Dynamic (ED) شبیه سازی گردیده است. استفاده از این نرم افزار این امکان را می دهد تا سیستم مورد نظر، با دقت و سرعت غیر قابل تصویری مدل سازی، شبیه سازی و متحرک سازی شود. بر خلاف نرم افزارهای مرسوم در بازار مانند Rockwell Arena که فرآیند گرا هستند، با استفاده از این نرم افزار می توان از خصوصیات شیء گرایی در مدل سازی، حداکثر بهره برداری را انجام داد.

- بازده سالن: بازده از تقسیم زمان واقعی عملیات در هر روز کاری تقسیم بر زمان موجود تولید حاصل می گردد، بنابراین بازده در خط LCD برابر با ۹۴٫۹٪ درصد و در خط CRT، ۸۷٪ می باشد.

بررسی وضعیت فعلی جریان ارزش با مشخص کردن معیارهای مربوطه انجام می گیرد ولی برای تعیین بهتر وضعیت موجود سیستم از پرسشنامه ای استفاده شده است که باید توسط افراد کارشناس حاضر در این بخش کارخانه (۱۰ نفر) پاسخ داده می شد. فرضیه به این صورت تعریف شد:

H_0 : در حال حاضر خط تولید مانیتور در حد قابل قبولی از نظر کشتی بودن قرار ندارد.

H_1 : در حال حاضر خط تولید مانیتور در حد قابل قبولی از نظر کشتی بودن قرار دارد.

بر اساس طیف لیکرت (۵ تایی) مورد استفاده، مقادیر تعلق گرفته به پاسخ ها بین ۱ تا ۵ خواهند بود، در نتیجه خواهیم داشت:

$$\begin{cases} H_0: \mu \leq 3 \\ H_1: \mu > 3 \end{cases}$$

با توجه به اطلاعات به دست آمده در سطح اطمینان ۹۵٪ و با استفاده از آماره آزمون T داریم:

جدول ۳. آزمون T وضعیت خط تولید مانیتور

T جدول توزیع	T محاسبه شده در سطح ۹۵٪	میانگین مورد نظر
۱،۸۳۳	-۶،۴۱	۳

برای تعیین اعتبار پرسشنامه در این تحقیق، از آزمون آلفای کرانباخ استفاده شده است. بر این اساس از طریق ضریب α پاسخ های داده شده به سؤالات در نرم افزار SPSS وارد شده و ضریب α برای پرسشنامه مورد نظر، محاسبه شده است. آلفای پرسشنامه به میزان ۰/۹۲۵ محاسبه گردیده است.

$$r_\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_k^2}{S^2} \right)$$

دهنده عدم تغییر در متوسط تقاضای روزانه برای هر دو خط LCD و CRT می باشد، یعنی سیستم موجود می تواند تقاضای مشتری خود (سالن مونتاژ نهایی) را برآورده نماید، اما تا زمانی که سیستم تولید کششی در این سالن برقرار شود باید از موجودی اطمینان استفاده کرد.

- سوپر مارکت کالای کامل شده : مشتری سالن SKD، سالن مونتاژ نهایی می باشد، بردهای کامل شده از این سالن به وسیله نقاله به طور مستقیم به سالن مونتاژ نهایی منتقل می شود و بنابراین نمی توان مقداری از آن را به عنوان ذخیره کنار گذاشت، اما در ابتدای خط که برد های نیمه ساخته وارد سالن SKD می شوند می توان از سوپر مارکت کالای تمام شده استفاده نمود.

- تعیین روشهای بهبود : جهت بهبود توانایی فرایند در تمین نیاز مشتری، می توان از روشهایی مانند پنج S، استانداردهای و نگهداری مستقل استفاده نمود که در سالن مورد مطالعه، با توجه به اینکه نگهداری تجهیزات از اهمیت زیادی جهت کاهش ضایعات برخوردار است، این ابزار باید مورد توجه قرار گیرد.

مرحله ۲) طراحی وضع آتی برای ایجاد جریان : زمانی که تقاضای ثابتی وجود دارد و سیستمی برای تضمین دستیابی به آن اتخاذ شده باشد، آنگاه می توان جریان را برای اطمینان از دریافت قطعات درست در زمان مورد نیاز و به تعداد لازم توسط مشتری، طراحی کرد (۳).

- تعداد اپراتور مورد نیاز : اولین مرحله در ایجاد جریان پیوسته است و همانگونه که در جدول ذیل مشاهده می گردد تعداد کارکنان فعلی بیش از حد مورد نیاز می باشد، که در اولین مرحله بهبود جریان ارزش باید تغییراتی را در تعداد اپراتورها و ترکیب خطوط انجام داد.

طبق نظر تیمینگ با اجرای مدل مدیریت جریان ارزش در طی سه مرحله تقاضا، جریان و یکنواخت سازی، ابزارهایی مورد استفاده قرار می گیرد که محاسبه آنها به ما در ترسیم و طراحی نقشه جریان ارزش آینده کمک خواهد نمود:

مرحله ۱) طراحی وضع آتی برای تأمین تقاضای مشتری : ابزارهای متعددی برای تعیین دقیق تقاضای مشتری در این مرحله وجود دارد.

- زمان تکت : زمانی است که به تولید اختصاص داده شده، تقسیم بر میزان تقاضای خریدار. زمان تکت مقرر می کند که آهنگ تولید با نرخ تقاضای مشتری برابر گردد (۱۴). با توجه به این نکته و زمان تولید موجود و تعداد محصول مورد نیاز مشتری در هر روز کاری، زمان تکت در سالن مونتاژ برای خط LCD به میزان ۲۸،۸ ثانیه و برای خط CRT به میزان ۱۳،۷۱ ثانیه تعیین گردیده است.

- تعیین ظرفیت خط برای برآورده کردن تقاضای مشتری :

$$\text{ظرفیت خط CRT} = \frac{28800}{10} = 2880$$

همانگونه که مشاهده می شود، خط مورد بررسی نتوانسته است ۱۰۰ درصد پاسخگوی مشتری خود باشد و این به علت وجود آمدن توقفاتی در خط تولید می باشد.

جدول ۴. مقایسه ظرفیت فعلی و واقعی هر یک از خطوط

خط تولید	ظرفیت فعلی	ظرفیت واقعی
LCD	۱۲۵۳	۱۱۸۹
CRT	۲۸۸۰	۲۵۰۶

- ذخیره محافظ و ایمنی : ذخیره های ایمنی، مقدار مشخصی از اقلام هستند که به صورت موجودی نگهداشته می شوند تا از تولید، در مقابل نوسانات غیر منتظره تقاضا و یا عرضه محافظت نمایند (۱۵). آمار تولیدات چند ماه گذشته نشان

$$\text{کل زمان فرآیند کاری در هر خط به ازای یک اپراتور در هر ایستگاه} = \frac{\text{تعداد اپراتور مورد نیاز}}{\text{زمان تکت}}$$

جدول ۵. تعداد اپراتور مورد نیاز در هر خط

خط	زمان تکت	زمان فرآیند به ازای یک اپراتور در هر ایستگاه (ثانیه)	تعداد اپراتور مورد نیاز	تعداد اپراتور موجود
LCD	۲۸,۸	۲۷۷	۱۰	۲۰
CRT	۱۳,۷۱	۵۲۶	۳۹	۶۶

که اولین قطعه وارد شده به یک فرآیند یا انبار باید اولین قطعه ای باشد که از آن خارج می شود. در این شیوه، برداشت یک قطعه در مسیر فایفو توسط فرآیند مصرف کننده، باعث می شود فرآیند تأمین کننده به طور خودکار، تولید یک قطعه جدید را آغاز کند، بدین ترتیب مراعات فایفو می تواند مانع اضافه تولید شود (۱۶). در دو خط تولید LCD و CRT می توان بین ایستگاه های سوم تا ششم از مسیر فایفو استفاده نمود.

• تعیین روشهای بهبود مورد استفاده: جهت دستیابی به اهداف در این مرحله می توان از روشهای بهینه سازی استفاده کرد. با توجه به اینکه هدف از بکارگیری فرایند مدیریت جریان ارزش، طراحی سیستم کششی تولید در خط مونتاژ می باشد، تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه و آموزش کارکنان در این مرحله ضروری می باشد.

• ایجاد سلول های کاری: یک سلول کاری، یک واحد خودکفا است که شامل چندین عملیات با جریان افزوده می باشد. سلول کاری ماشین آلات و پرسنل یک فرآیند را که شامل عملیات لازم برای کامل کردن یک محصول یا قسمت خاصی از آن هستند را بر اساس توالی فرآیند مرتب می کند (۳). از جمله تغییراتی که با کاهش تعداد پرسنل می توان انجام داد عبارت است از تغییر در تعداد ایستگاه های کاری، به گونه ای که در خط تولید LCD می توان ایستگاه های ۶ و ۷ و در خط تولید CRT ۷ و ۸ را به عنوان یک سلول کاری در نظر گرفت چون اولاً هر دو به هم مرتبط می باشند و ثانیاً مجموع زمان کاری هر دو از زمان تکت کوچکتر است.

• سوپر مارکتهای در فرآیند و کارتهای کانبان: سوپر مارکت در جریان و کارتهای کانبان بهترین جایگزین برای زمانبندی فرآیند بالا دست می باشند. میزان موجودی ای که در آنها وجود دارد به اندازه ذخیره ایمنی و کارتهای کانبان است که برای تعیین آنها می توان از شبیه سازی و یا فرمولهای ریاضی استفاده کرد که هر دو نتایج تقریباً یکسانی ارائه می کنند.

• توالی (خطوط) فایفو: روشی برای حفظ دقیق توالی تولید و انتقال محصولات، مبتنی بر این اصل

مرحله ۳) طراحی وضع آتی در راستای یکنواخت سازی: یکنواخت سازی آخرین مرحله از طراحی سیستم تولید کشتی با استفاده از مدیریت جریان ارزش می باشد و منظور از آن طراحی یک سیستم جریان اطلاعات درباره تقاضای مشتری است که جریان محصول را در طول جریان ارزش یکنواخت کند.

- انتخاب روشی برای کنترل جریان: از آن جایی که بردهای تکمیل شده از سالن SKD به طور مکانیزه و از طریق نقاله به سالن مونتاژ نهایی منتقل می گردند بنابراین زمان هیچونکا یا برداشت با شتاب ثابت نمی توانند ابزارهایی کارآمد برای کنترل جریان باشند بنابراین استفاده از رانر به عنوان نگهدارنده بهترین انتخاب خواهد بود. سیستم کانبان به عنوان روشی برای کنترل جریان استفاده خواهد شد اما در این مرحله رانر در کنار آن به کار گرفته خواهد شد.

- رانر: رانر کسی است که باید همواره حرکت تمامی قطعات را با کارت کانبان کنترل نماید.

همانگونه که گفته شد، با اجرای مدل سه مرحله ای قسمت عمده ای از طراحی وضعیت آینده صورت می پذیرد و سپس با استفاده از نرم افزار به شبیه سازی آن پرداخته می شود اما قبل از این کار، برای آزمون مدل شبیه سازی شده برای تطابق با واقعیت و نیز شناخت سیستم، وضعیت فعلی سیستم شبیه سازی می گردد. با استفاده از شبیه سازی، میزان موجودی بهینه و نیز تعداد کارت کانبان مورد نیاز مشخص می شود و با استفاده از نتایج حاصله، نقشه جریان ارزش وضعیت آتی هر کدام از خطوط تولید به تفکیک ترسیم می گردد که در پیوست ۲ آمده است.

گام هفتم: خلق برنامه بهبود

بدون برنامه ریزی قوی شانس تبدیل موفق به ناب بسیار کم است. برای افزایش شانس موفقیت اجرای ناب برنامه های بهینه سازی، از ارائه برنامه بهینه سازی برای تضمین ارضاء تقاضای مشتری، ارائه برنامه بهینه سازی

برای تضمین بهبود جریان فرآیند و ارائه برنامه بهینه سازی برای تضمین یکنواخت سازی تولید استفاده می شود (۳). بنابراین می توان برای ارضای تقاضا از کنترل موجودی ایستگاه ها به طور روزانه و مقایسه آن با آنچه که از سیستم مکانیزه به دست می آید، استفاده از بارکد برای کنترل قطعات ورودی و خروجی و نیز کنترل موجودی انبار موجود در سالن استفاده نمود. فعالیت هایی نظیر آماده سازی پالت ها برای تطابق با زمانبندی نقل و انتقالات و حمل قطعات از انبار به ایستگاه ها طبق برنامه زمان بندی برای یکنواخت سازی تولید استفاده نمود.

گام هشتم: اجرای برنامه بهبود:

اجرای این برنامه ها، با هدف ارضای تقاضای مشتری، بهبود جریان فرآیند و یکنواخت سازی زمان بندی و ارائه شده است. فعالیت های کایزنی تأثیری فوق العاده خواهند داشت که همه افراد را با هدف جریان ارزش متصل می نماید (۳).

نتیجه گیری

هدف اصلی در این تحقیق، طراحی سیستم تولید کشتی با تأکید بر مدیریت جریان ارزش بوده است و مدیریت جریان ارزش، خود ابزاری برای کاهش و یا حذف ضایعات می باشد. با توجه به سوالات مطرح شده می توان نتایج را در قالب ذیل بیان نمود:

کاهش موجودی ورودی به ایستگاه ها: با استفاده از شبیه سازی مشخص شد با سفارش دهی قطعات لازم برای خط LCD به میزان ۱۲۵۰ قطعه، سیستم بدون داشتن تأخیر به تولید می پردازد و در خط CRT با سفارش قطعات کوچک در دسته های ۵۰۰ تایی توسط کارت کانبان و قطعات بزرگ در دسته های ۱۰۰۰ تایی میزان بهینه تولید خواهد شد. نتایج حاصل از اجرای این طرح با شبیه سازی بیانگر کاهش موجودی تا سطح ۱۹٪ در خط LCD و ۴۰٪ در خط CRT می باشد.

جدول ۶. مقایسه موجودی قطعات ورودی به ایستگاه ها در هر خط

خط	موجودی واقعی قطعات ورودی به ایستگاه	موجودی قطعات ورودی به ایستگاه بعد از کانبان
LCD	۳۳۸۷۵	۲۷۴۹۶
CRT	۳۹۰۰۵۰	۲۳۵۳۴۴

کاهش زمان انتظار : از دیگر نتایج این سیستم می توان به کاهش زمان انتظار قطعات ورودی به ایستگاه ها به علت کاهش در حجم موجودی ها اشاره کرد. همانگونه که در جدول شماره ۹ مشاهده می گردد بیش از ۳۰ درصد در خط LCD و به میزان ۳۲ درصد در خط CRT کاهش زمان انتظار بوجود آمده است.

جدول ۷. مقایسه زمان انتظار مصرف قطعات ورودی به ایستگاه ها در هر خط

خط	زمان واقعی انتظار قطعات ورودی به ایستگاه	زمان انتظار قطعات ورودی به ایستگاه بعد از کانبان
LCD	۱۰٫۸۴۲	۷٫۴
CRT	۱۳٫۰۹	۸٫۸۸

کاهش فضای مورد استفاده : آنچه مسلم است یکی از آشکارترین مشکلات سطوح بالای موجودی، اشغال نمودن فضای تولید می باشد. با توجه به کاهش میزان موجودی با استفاده از کارت کانبان، واضح است که حجم زیادی از فضای سالن SKD آزاد شده و فضای مورد استفاده برای موجودی ها کاهش خواهد یافت.

جدول ۸. مقایسه چرخ ورودی به ایستگاه ها قبل و بعد از به کارگیری کارت کانبان

خط	متوسط تعداد باکس ورودی به ایستگاه قبل از کانبان	متوسط تعداد باکس ورودی به ایستگاه بعد از کانبان	تفاوت
LCD	۱۱۷	۱۰۰	۱۷
CRT	۱۳۰۳	۱۱۸۷	۱۱۶

صرفه جویی در هزینه ها : از جمله مشکلاتی که برای حجم بالای موجودی وجود دارد، هزینه نگهداری آن می باشد. در این تحقیق اطلاع دقیقی از هزینه نگهداری انواع مختلف قطعات به علت تعدد آن ها در دسترس نبود اما میزان هزینه نگهداری هر قطعه به طور متوسط ۱۰۰ ریال می باشد که با کاهش موجودی در خط LCD و CRT به میزان ۱۶۱۰۸۵ واحد خواهیم داشت :

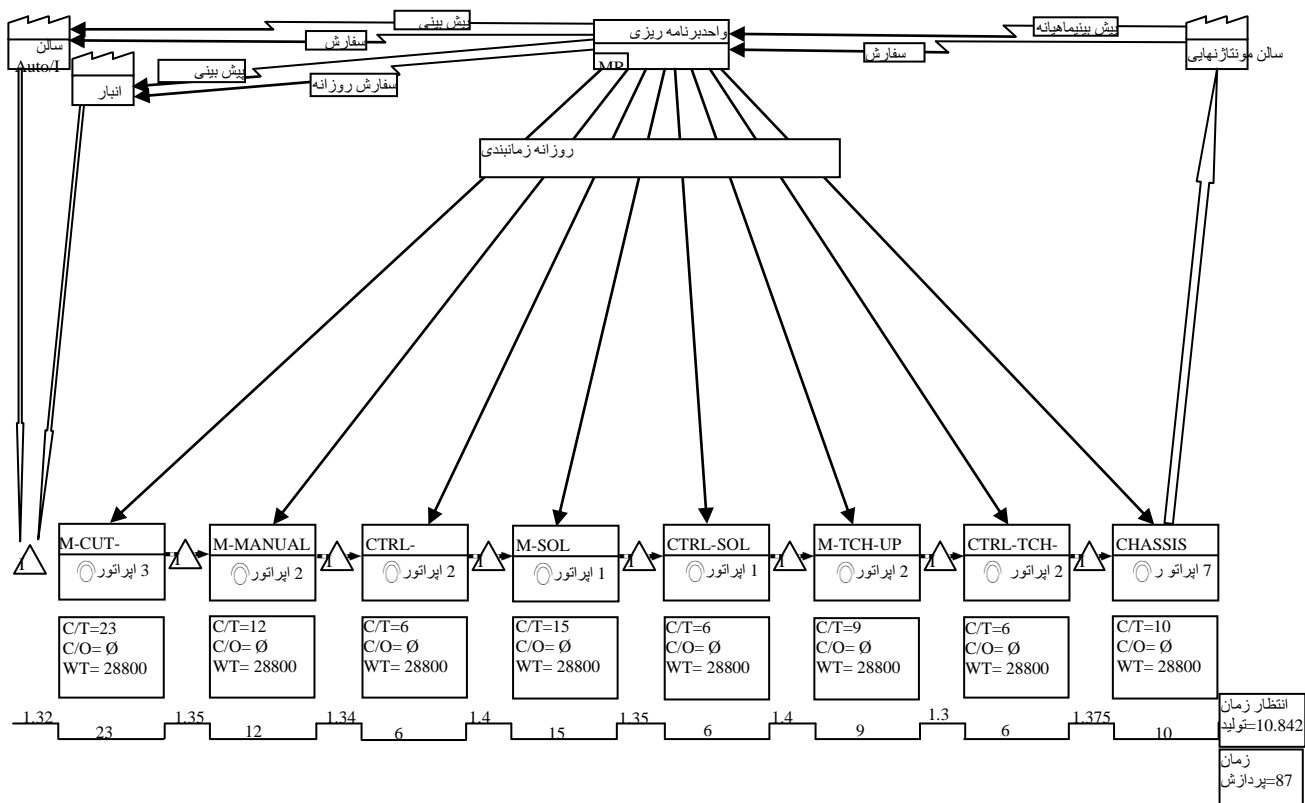
$100 \times 161085 = 16108500$ = میزان کاهش در هزینه نگهداری

صرفه جویی در هزینه ها : از جمله مشکلاتی که برای حجم بالای موجودی وجود دارد، هزینه نگهداری آن می باشد. در این تحقیق اطلاع دقیقی از هزینه نگهداری انواع مختلف قطعات به علت تعدد آن ها در دسترس نبود اما میزان هزینه نگهداری هر قطعه به طور متوسط ۱۰۰ ریال می باشد که با کاهش موجودی در خط LCD و CRT به میزان ۱۶۱۰۸۵ واحد خواهیم داشت :

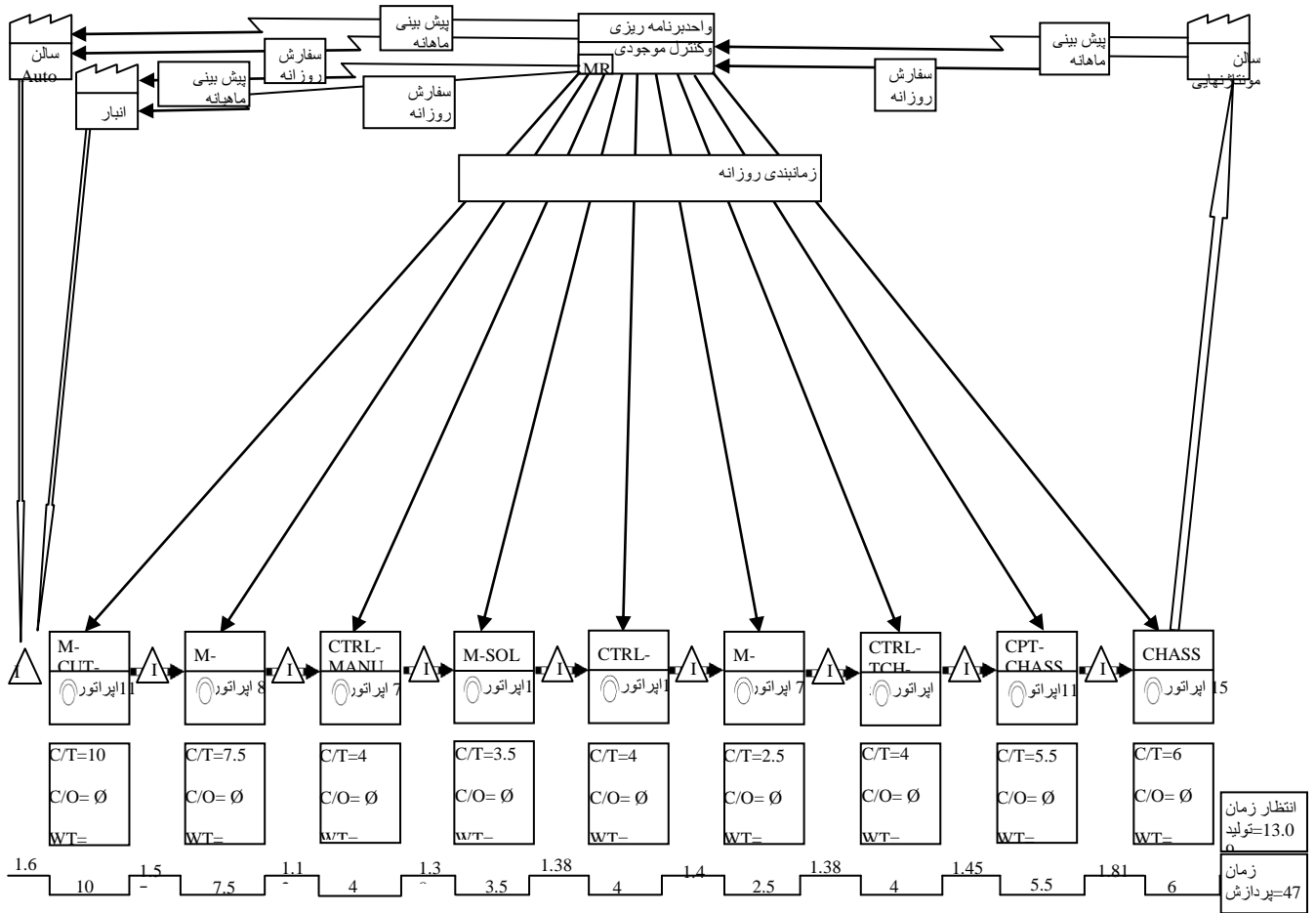
منابع و ماخذ

9. Hines, Peter & Rich, Nick & Esian, Ann(1999) Value stream mapping: a distribution industry application, Benchmarking : an international journal, Vol. 6 , PP: 60-77.
10. Azadeh,A. & Bidokhti,B. & Sakkaki,S.M.R.(2005) Design of practical optimum JIT systems by integrations of computer simulation & analysis of variance. computers & industrial engineering: No.49, pp. 504-519.
11. Shahabudeen,p.&Gopinath,R.&Krishnaiah,k.(2002) Design of bi-criteria kanban system using simulated annealing technique. computers & industrial engineering: No.41:pp.355-370.
12. Marek,Richard p.&Elkins,Debra A.&smith,Donald R.(2001) Understanding the fundamentals of kanban & CONWIP pull systems using simulation. proceeding of the 2001 winter simulation conference: pp 921-929.
13. Abdou,G.&Dutta,S.P.(1993)A systematic simulation approach for the design of JIT manufacturing systems. journal of operations management:No.11:pp.225-238.
۱۴. ووماک، جیمز و جونز، دانیل(۱۳۸۲)، تفکر ناب، ریشه کن کردن اتلاف و آفرینش ارزش در سازمان ها، ترجمه: آزاده راد نژاد، اصفهان: انتشارات آموزه
۱۵. براون، جیمی و هارن، جان و شیونان، جیمز(۱۳۸۳)، سیستمهای مدیریت تولید با نگرشی یکپارچه، ترجمه: مهدی غضنفری و سروش صغیری، تهران: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
۱۶. مؤسسه لین اینتر پرایز(۱۳۸۴)، فرهنگ اصطلاحات تولید ناب، ترجمه آزاده رادنژاد و کاظم موتاییان، اصفهان: انتشارات آموزه.
۱. رادر، مایک و شوک، جان (۱۳۸۵) آموزش دیدن: نقشه برداری جریان ارزش برای آفرینش ارزش و حذف اتلاف، ترجمه آزاده رادنژاد و کاظم موتاییان، اصفهان: انتشارات آموزه.
2. Hines,peter&rich,nick&Bicheno,John&brunt,David&Taylor,David&Sullivan,James(1998) Value Stream Management. the international journal of logistics management:Vol.9: pp.25-42.
3. Tapping ,Don&Luyster,Tom&Shuker,Tom(2003)Value Stream Management: eight steps to planning, mapping and sustaining lean improvements. productivity press.
۴. متقی،هایده(۱۳۸۵)، مدیریت تولید و عملیات، تهران: انتشارات آوای پاتریس.
5. Hua Lian,Yang&Van Landeghem,Hendrik(2002)An application of simulation and value stream mapping in lean manufacturing. Proceedings 14th European Simulation Symposium: pp.1-8.
6. Taylor, David H.(2009)An application of value stream management to the improvement of a global supply chain: a case study in the footwear industry, international journal of logistics: research & applications, Vol.12, No.1 , PP.45-62.
7. Seth, Dinesh & Seth, Nitin & Goel , Deepak(2008) Application of value stream mapping for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian conext, journal of manufacturing technology management, Vol. 19 , PP: 529-550.
8. A.Abdulmalek,Fawaz&Rajgopal,Jayant(2006)Analyzing The Benefits Of Lean Manufacturing & Value Stream Management Via Simulation : A Process Sector Case Study. international journal of production economics:No.107:pp. 223-236.

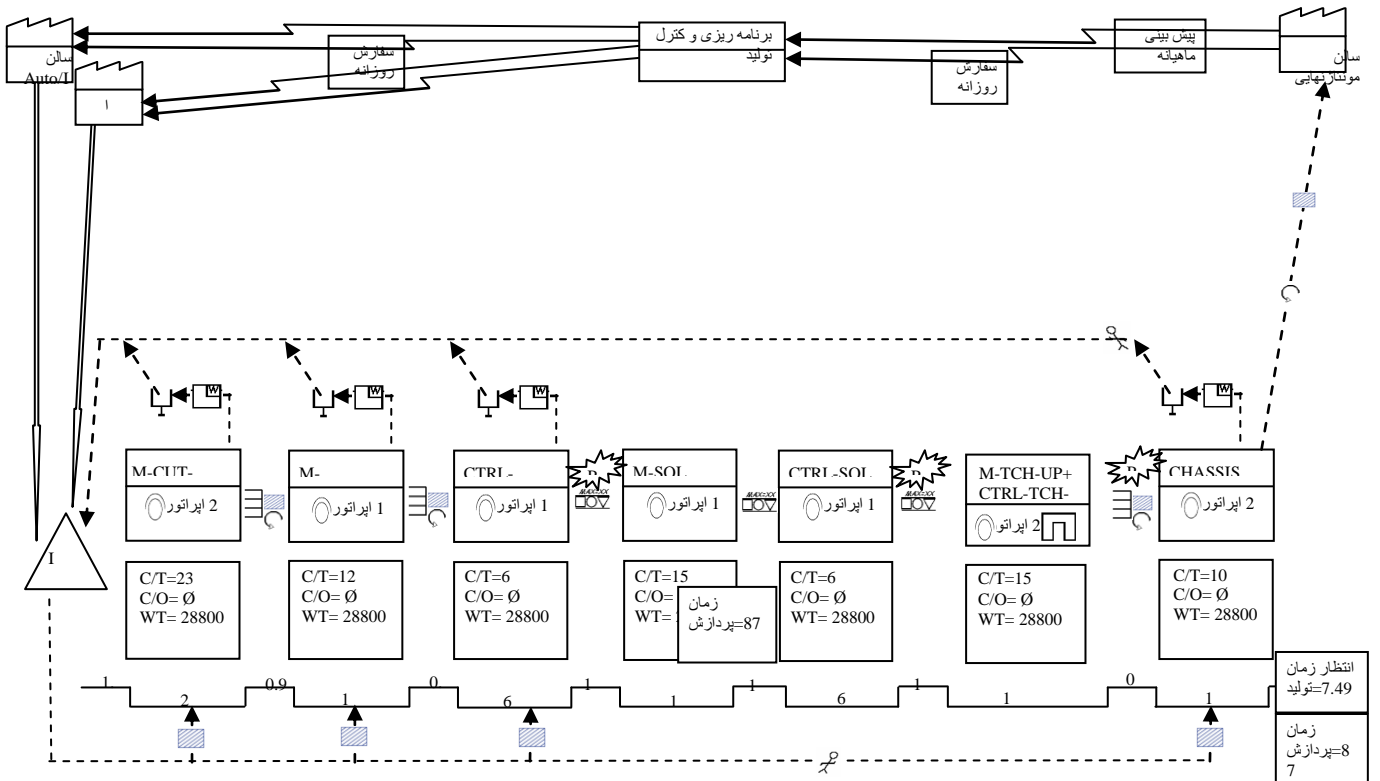
الف. نقشه وضعیت موجود خط LCD



ب. نقشه وضعیت موجود خط CRT



الف: نقشه وضعیت آتی خط LCD



ب. نقشه وضعیت آتی خط CRT

