

به کارگیری نقشه جریان ارزش برای کاهش تلفات در محیط تولید بر اساس سفارش (مورد اقدام پژوهی در یک چاپخانه تجاری)

خدایار صادقی^۱ و محمد اقدسی^{۲*}

^۱ دانشجوی دکترای مهندسی صنایع - دانشکده فنی مهندسی - دانشگاه تربیت مدرس

^۲ دانشیار مهندسی صنایع - دانشکده فنی مهندسی - دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در این مقاله، کاربرد ابزار رسم جریان ارزش (VSM)، در یک محیط تولید بر اساس سفارش مورد بحث قرار می‌گیرد. این ابزار در یک چاپخانه تجاری که به روش اقدام پژوهی در حال تحقیق روی چگونگی پیاده‌سازی تولید ناب است، مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از VSM، شناسایی جریان ارزش در چاپخانه با هدف تحقیق پیرامون زمینه‌های بهبود و کاهش تلفات در چاپخانه است. در این مقاله، پس از مروری بر ادبیات رسم جریان ارزش و محیط‌های تولید بر اساس سفارش، بر اساس یافته‌های پژوهشی به دست آمده از بستر تحقیق، به رسم و تحلیل وضعیت فعلی جریان ارزش از طریق اندازه‌گیری سطح تلفات و تعیین رابطه علت-معلولی ریشه‌های بروز تلفات اقدام شده و سپس پیشنهادات لازم برای روان‌سازی جریان مواد و کاهش سطح انبار به عنوان دو نشانه ناب بودن ارائه شده است. از آنجایی که اندازه‌گیری سطح تلفات در مسیر بهبود جریان ارزش، اهمیت زیادی دارد، یک سنجه اختصاصی برای چاپخانه‌های تجاری که به طور روزانه با تعداد زیادی سفارش کم‌تیراژ و در عین حال مختلف از نظر مشخصات روبه‌رو هستند، ابداع شده است.

واژه‌های کلیدی: چاپ ناب، رسم جریان ارزش، تلفات نوع ۲، سنجه ناکارآمدی کلی دستگاه

مقدمه

دلیل پیچیدگی ناب‌کردن واحدهای چاپ تجاری، مطالعه کمتری در مورد چاپ تجاری ناب نسبت به دو بخش دیگر انجام شده است. این در حالی است که در کشور ما نیز همانند اکثر کشورهای جهان، تعداد واحدهای چاپ تجاری به مراتب بیشتر از دو بخش دیگر بازار چاپ است که همین موضوع منافع به دست آمده از به کارگیری نتایج تحقیق را بسیار گسترده می‌کند و از این نظر بازار هدف این تحقیق بسیار وسیع‌تر از بازار هدف تحقیقاتی است که در کشورهای پیشروی صنعت چاپ، روی واحدهای بزرگ انجام شده است. از آنجایی که سودآوری واحدهای کوچک چاپ تجاری منوط به انجام تعداد زیادی سفارش کم‌تیراژ در روز است، پیاده‌سازی تولید ناب در این واحدها، تأثیر مستقیمی در ارتقای جایگاه رقابتی آن واحدها و سودآوری آنها دارد؛ چرا که کاهش مدت زمان صرف شده برای تولید سفارش مشتری^۲ که در تولید ناب از طریق کاهش تلفات مخفی^۳ و آشکار و هموارکردن جریان کار اتفاق می‌افتد، منابع زمانی و تولیدی زیادی را در اختیار واحد چاپ گذاشته و به آنها امکان می‌دهد که مشتریان بیشتری را جذب کنند.

صنعت چاپ را یکی از مهم‌ترین صنایع جهان می‌توان به حساب آورد؛ چرا که از دیرباز، ابزار اصلی انتشار دانش و اطلاع‌رسانی محسوب می‌شود. این صنعت نه تنها محرک دیگر صنایع وابسته به حساب می‌آید، بلکه نماینده‌ای از توسعه اقتصادی و پویایی تجارت تلقی می‌شود. البته در حال حاضر صنعت چاپ با چالش‌هایی نظیر افزایش هزینه تولید، کاهش تیراژ، ارتقای سطح کیفی مورد نظر مشتری و رقابتی‌شدن شدید محیط صنعت روبه‌رو است که چاپخانه‌داران را مجبور می‌کند تا در نحوه کار و عمل خود بازبینی کرده و به سمت افزایش کارایی و ثبات در تجارت حرکت کنند [۱].

با توجه به تأثیر مثبتی که پیاده‌سازی تولید ناب در صنایع مختلف در فائق آمدن بر چالش‌هایی شبیه صنعت چاپ داشته است، چند سالی است که در سطح بین‌المللی، شاهد پیاده‌سازی و به دنبال آن تحقیق پیرامون چگونگی پیاده‌سازی تولید ناب در واحدهای مختلف چاپی و تحقق چاپ ناب^۱ بوده‌ایم. اما تحقیقات به عمل آمده در مورد چاپ ناب، بیشتر بر چاپ انتشاراتی و چاپ بسته‌بندی که نوعی تولید انبوه شمرده می‌شوند، تمرکز داشته‌اند و به

طریق رسم نمودار علت-معلولی که برگرفته از ثبت عملکرد تولید و برگزاری جلسات متعدد تیم پروژه است، ریشه‌های بروز این تلفات مورد بررسی قرار گرفته است. در انتها نیز بر اساس اطلاعات ثبت شده از زنجیره ارزش، پیشنهادات لازم برای روان کردن جریان مواد و کاهش تلفات و رسیدن به نقشه جریان ارزش مطلوب ارائه شده است.

البته به دلیل نبود هر گونه سابقه‌ای از پیاده‌سازی تولید ناب در چاپخانه‌های کشور، از روش‌شناسی اقدام‌پژوهی^{۱۰} برای رسیدن به اهداف تحقیق استفاده شده است.

تولید ناب و مفهوم ارزش

از منظر تاریخی، در دهه ۱۹۵۰، ایچی تویودا^{۱۱} و تائچی اونو^{۱۲}، دانش فنی و مهارت استادکاران سنتی را که ریشه در ایام هنری فورد^{۱۳} داشت، با استانداردسازی و کارآیی خطوط مونتاژ متحرک تلفیق کرده و سیستم تولید تویوتا را ابداع کردند. سال‌ها بعد در سال ۱۹۸۸، جان کرافکیک^{۱۴}، برای اولین بار در مقاله‌ای که هنگام فارغ‌التحصیلی خود از دانشگاه MIT در مقطع کارشناسی ارشد و در رشته مدیریت منتشر کرد، به مرور TPS پرداخته و برای اولین بار از اصطلاح تولید ناب استفاده کرد و این اصطلاح در سال ۱۹۹۰، بعد از به کار برده شدن در کتاب بسیار معروف «ماشینی که دنیا را عوض کرد» اثر جیمز وومک^{۱۵} بود که عمومیت پیدا کرد و رایج شد [۴].

امروزه تولید ناب به مجموعه ابزارها، روش‌ها، قواعد و اصولی گفته می‌شود که با در نظر گرفتن آنها به نتایجی مانند حداکثر برطرف‌سازی نیازهای مشتریان و حداقل استفاده از منابع دست پیدا می‌شود. به عبارت دیگر، تولید ناب، روشی برای کاهش هزینه‌های تولید، زمان سفارش تا تحویل کالا و انبارهای موقتی بوده و تا حد ممکن سعی در حذف تلفات و ضایعات دارد [۵]. از منظر تولید ناب، ارزش، هر اقدام یا فرایندی است که مشتری حاضر به پرداخت هزینه آن است [۶]. بنابراین، ارزش فقط توسط مشتری نهایی قابل تعیین است [۷].

بر اساس نظرات تائچی اونو در تویوتا (۱۹۹۸)، مواد^{۱۶} یا تلفات^{۱۷} شامل همه فعالیت‌های نیروی انسانی است که باعث مصرف منابع شده، ولی به طور مستقیم به افزایش

البته پیاده‌سازی تولید ناب در چاپخانه‌های تجاری پیچیدگی زیادی دارد، چرا که بر خلاف واحدهای چاپ انتشاراتی و بسته‌بندی که اغلب واحدهای تولیدی بزرگ بوده و ضمن فرایندهای تکراری به تولید تعداد محدودی سفارش در تیراژ بالا اشتغال دارند، واحدهای چاپ تجاری کوچک بوده و با انجام عملیاتی متنوع، تعداد زیادی سفارش را در تیراژ پایین بر اساس سفارش مشتری تولید می‌کنند و بنابراین از خصوصیات همزمان محیط‌های تولید کارگاهی کم‌تیراژ متنوع^۴ و تولید، بر اساس سفارش مشتری^۵ بهره‌مند هستند. این ویژگی‌ها، تحقق شرایط چاپ ناب را در چاپخانه‌های تجاری بسیار پیچیده می‌کند که از آن جمله به تغییر مداوم جریان ارزش در روز، به دلیل تغییر مشخصات سفارش کار چاپی می‌توان اشاره کرد [۲].

از آنجایی که اصول مختلف تولید ناب بر تعریف ارزش از نگاه مشتری پایه‌گذاری شده‌اند، پس از درک ارزش از نگاه مشتری، مسئله تجزیه و تحلیل فرآیندهای کسب و کار به هدف شناسایی فعالیت‌ها و فرایندهایی که به طور واقع به این ارزش اضافه می‌کنند، از مراحل اصلی و اولیه نقشه راه پیاده‌سازی تولید ناب محسوب می‌شود. بدین ترتیب، اگر فعالیت یا فرایندی به این ارزش نیافزاید، اصلاح یا حذف آن از فرایند، الزامی است [۳].

در تولید ناب، برای تجزیه و تحلیل جریان ارزش از تکنیک ترسیم جریان ارزش^۶ استفاده می‌کنند. بنابراین، در این مقاله، نقشه جریان ارزش کاتالوگ، به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات یک چاپخانه تجاری رسم شده است و عملیات و فرآیندهای تولید، به طور نقادانه مورد تحلیل قرار گرفته است. بدین ترتیب، با هدف کوتاه‌شدن زمان سفارش تا تولید کالای چاپی و کاهش هزینه‌های تولید، روش‌های عملی بهبود زنجیره ارزش از طریق کاهش تلفات مشخص می‌شود.

از آنجایی که کاهش تلفات مدنظر تولید ناب، منوط به اندازه‌گیری و شناسایی دقیق این تلفات است، یک ابزار اختصاصی برای اندازه‌گیری تلفات مودای نوع ۲^۷ توسعه داده شده است که ناکارآمدی کلی دستگاه^۸ با علامت اختصاری OED نامیده شده است. سپس وضعیت تلفات نوع ۲ فرایند چاپ، به عنوان مهم‌ترین فرایند زنجیره ارزش که در حقیقت پیشقدم^۹ زنجیره ارزش است، برای مدت ۴ ماه یا ۸۳ روز کاری اندازه‌گیری شده است و از

روشی برای تعریف وضعیت فعلی زنجیره ارزش یک محصول و طراحی وضعیت بعدی با هدف کاهش تلفات، بهبود زمان سفارش تا تحویل کالا و بهبود گردش کار است [۹].

البته VSM منافع زیادی به دنبال دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [۱۰]:

- VSM نه تنها بهترین ابزار برای شناسایی تلفات است، بلکه از آن برای شناسایی ریشه‌های بروز تلفات نیز استفاده می‌شود.
- VSM به افراد کمک می‌کند که به جای ارتقاء و بهبود جزیره‌ای فرایندها، سیستم را بهبود بخشند.
- VSM یک زبان قابل فهم برای صحبت و تحلیل جمعی چگونگی عملکرد فرایند تولید است.
- این ابزار بر تحلیل وضعیت واقعی جریان مواد و اطلاعات استوار است.
- در این ابزار مفاهیم عمیق تولید ناب با ابزار تولید ناب به خوبی ادغام شده است.
- VSM علاوه بر نمایش جریان کار و اطلاعات، حسن دیگری دارد و آن آشکارسازی تلفات زمانی با نمایش زمان صرف شده در هر فرآیند خط تولید در مقایسه با کل زمان تلف شده از مرحله سفارش تا تحویل کالا به مشتری است. چرا که اغلب تلفات منابعی نظیر مواد، تجهیزات و فضا به راحتی قابل تشخیص است، ولی تلفات زمانی در پشت فعالیت‌ها و رفت و آمدهای غیرضروری پوشیده و مخفی است.

VSM به عنوان ابزاری برای کاهش تلفات، از فازهای اصلی زیر تشکیل شده است که توسط یک تیم ویژه که برای این کار تشکیل شده است، به اجرا در می‌آید. این فازها عبارتند از [۱۱]:

- انتخاب خانواده محصول^{۲۵}
- جمع‌آوری اطلاعات
- رسم وضعیت فعلی
- تحلیل وضعیت فعلی و به دست آوردن رابطه علت و معلولی تلفات
- انتخاب ابزارهایی از تولید ناب که به درد اصلاح و بهبود وضعیت موجود می‌خورد
- رسم وضعیت مطلوب

ارزش منجر نمی‌شود. حذف تلفات، یکی از مؤثرترین راه‌ها برای افزایش سودآوری هر کسب‌وکاری است. همچنین بر اساس نظرات وی، همه فعالیت‌های انجام گرفته در یک شرکت، یا باعث اضافه شدن ارزش به کالا و خدمات ارائه شده به ما می‌شوند و یا اینکه به تلفات می‌انجامند. بدین ترتیب آن دسته از فرآیندها، فعالیت‌ها، مراحل کاری و چیزهایی که به ارزش کالا و خدمات اضافه نمی‌کنند، همگی جزو مواد محسوب می‌شوند. بدین ترتیب، حذف تلفات، مستلزم داشتن تصویر و تعریفی درست از ماهیت این فعالیت‌ها و آگاهی از محل بروز آنها است. به عبارت دیگر، اگر به جنگ دشمنی بروید که او را نمی‌بینیم، شانس زیادی برای پیروزی نخواهیم داشت [۸].

از منظر ارزش، سه نوع فعالیت در یک محیط صنعتی یا خدماتی وجود دارد [۹]:

- ۱) فعالیت‌های بی‌ارزش و غیر ضروری^{۱۸}
- ۲) فعالیت‌های ضروری ولی بی‌ارزش^{۱۹}
- ۳) فعالیت‌های ارزش افزوده^{۲۰}

فعالیت‌هایی که در دسته اول قرار می‌گیرند و به طور کامل تلفات محسوب می‌شوند، شامل هر نوع عملی هستند که باید به طور کل حذف شوند. از جمله این موارد به زمان انتظار^{۲۱}، انباشتگی محصولات در حال ساخت^{۲۲} و دست به دست شدن چند باره محصولات یا مواد اولیه^{۲۳} می‌توان اشاره کرد.

اما فعالیت‌های ضروری ولی بی‌ارزش، ممکن است تلفات محسوب شوند و هیچ ارزشی به محصول یا خدمت نهایی اضافه نکنند، ولی انجام آن‌ها برای فعالیت‌های ارزش افزوده ضروری است که از جمله مهم‌ترین آنها به عملیات تنظیم ماشین برای شروع چاپ می‌توان اشاره کرد.

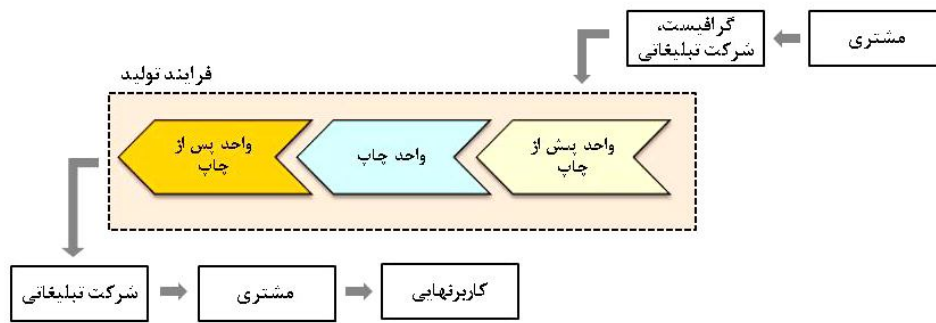
رسم جریان ارزش

رسم جریان ارزش^{۲۴} (VSM) که در ابتدا، نقشه جریان مواد و اطلاعات نامیده می‌شد، یک دیاگرام تک صفحه‌ای است که در آن فرآیند استفاده‌شده برای تولید یک محصول اعم از جریان حرکت مواد از مرحله تأمین مواد اولیه تا در اختیار گرفتن محصول نهایی توسط مشتری، نمایش داده می‌شود. این دیاگرام برای اولین بار توسط بخش مشاوره مدیریت عملیات شرکت خودروسازی تویوتا در اواخر دهه ۱۹۸۰ ابداع شد. در حقیقت VSM،

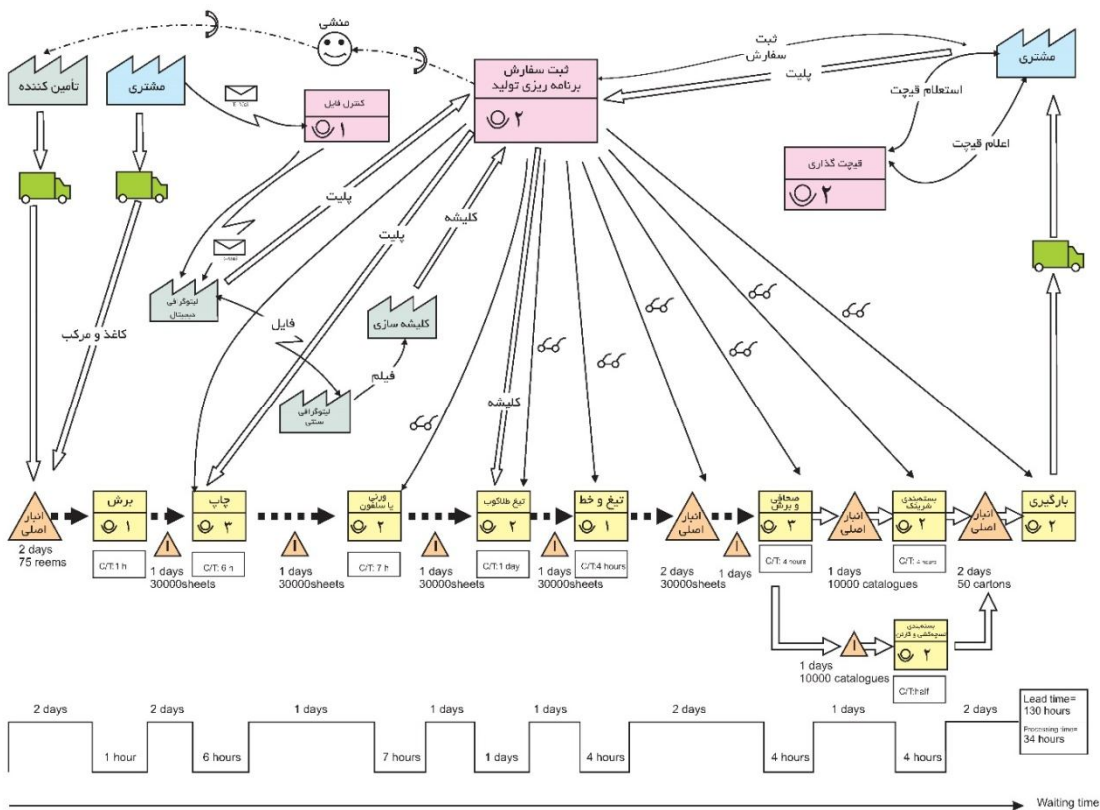
بنابراین خانواده محصولی برای رسم VSM انتخاب می شود که [۹]:

- بیشترین مقدار درآمد یا حجم تولید را برای واحد تولیدی داشته باشد.
- برای تولید آن، از بیشترین مراحل تولید استفاده شود.
- بیشترین سطح تلفات را داشته باشد.
- بیشترین شکایات مشتری را در پی داشته باشد.

اولین قدم برای رسم VSM، انتخاب یک خانواده از محصولات است. یعنی گروهی از محصولات که برای تولید از مراحل فرآیندی یکسانی عبور می کنند. بعد از شناسایی خانواده های محصول مختلف، یکی از آنها انتخاب می شود تا برای آن، مسیر سفارش مواد اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مشتری مورد بررسی و دقت قرار گیرد [۹]. سناریوهای مختلفی برای انتخاب خانواده محصول مناسب برای رسم VSM یا خانواده محصول بحرانی وجود دارد.



شکل ۱: نمایش جریان ارزش چاپ تجاری



شکل ۲: نقشه جریان ارزش کاتولگ در وضعیت فعلی

چاپ تجاری

- بسیار پایین است.
- نوع محصول چاپی، از نظر خصوصیات ظاهری و کاربردی، بستگی کامل به مشخصات سفارش دارد و از پیش تعریف شده نیست.
 - مواد اولیه مورد مصرف نظیر نوع کاغذ و مرکب مورد استفاده، تنوع زیادی دارد.
 - تنوع محصولات تولیدشده، بسیار زیاد است که دلیل آن کاربردهای مختلف اقلام چاپ تجاری است.
 - تنوع زیاد محصولات، شرایط ویژه‌ای را به فرایند تولید تحمیل می‌کند که از آن جمله می‌توان به تعویض گاه به گاه سفارش روی تجهیزات تولید اشاره کرد که خود منجر به صرف زمان زیاد برای تنظیم دوباره ماشین می‌شود.
 - اغلب تجهیزات مورد استفاده در چاپ تجاری، کاربرد عمومی دارند.
 - نوع چیدمان تجهیزات چاپخانه اغلب به صورت چیدمان فرایندی است؛ یعنی ترتیب قرار گرفتن ماشین‌آلات چاپ بر اساس تقدم و تأخر کاربری آن ماشین‌آلات در فرایند تولید است.
 - جابه‌جایی مواد، در مسیرهای متغیر انجام می‌گیرد که بستگی کامل به نوع سفارش و فرایند طراحی شده برای انجام سفارش دارد.
 - جریان مواد، به صورت نوبه‌ای یا متناوب است. یعنی در مورد یک محصول، جریان مواد ممکن است جاری باشد و سپس تا شروع سفارش بعدی قطع باشد.
 - انعطاف فرایند، بسیار بالا است، یعنی برای تولید هر محصول ممکن است فرایند خاص و ویژه‌ای طراحی شود.
- از آنجایی که در تولید بر اساس سفارش، تنوع مواد اولیه مورد استفاده و کالای نهایی تولیدشده بسیار زیاد، حجم تولید پایین و انعطاف فرایند از متوسط به بالا است، بنابراین عمده ضایعات ناشی از زمان تنظیم، حمل و نقل مواد به انبارهای پای کار و حرکتهای بی‌مورد پرسنل است [۱۳].
- روش‌شناسی تحقیق**
- با توجه به اینکه هیچ سابقه‌ای از پیاده‌سازی تولید ناب در چاپخانه‌های کشور به طور عام و چاپخانه‌های تجاری
- چاپ تجاری، در مقابل چاپ بسته‌بندی و چاپ نشر، به زنجیره ارزش آن دسته از محصولات چاپی گفته می‌شود که مورد استفاده اطلاع‌رسانی و تبلیغاتی شرکت‌های تجاری قرار می‌گیرند. از جمله محصولات مرتبط با چاپ تجاری، می‌توان به انواع بروشور و کاتالوگ، پوستر، کارت ویزیت و اوراق اداری اشاره کرد.
- در چاپ تجاری، تولیدکننده بر اساس مشخصات اختصاصی محصول که توسط مشتری یا سفارش‌دهنده ارائه شده است، به تولید محصول اقدام می‌کند. در این روش، تولید فقط زمانی انجام می‌شود که درخواست آن از طرف مشتری رسیده باشد. یعنی فقط پس از سفارش مشتری اقدام به تولید محصول می‌شود.
- اغلب از نظر مدیران چاپخانه‌ها، البته به غلط، زمان سفارش کار چاپی تا تحویل آن به مشتری، زمانی شروع می‌شود که سفارش به بخش تولید برای تولید نمونه، تولید پلیت یا شروع آماده‌سازی ماشین وارد می‌شود و این در حالی است که در تولید ناب، زمان سفارش کار چاپی تا تحویل آن به مشتری بسیار اهمیت داشته و به همه چیز بر اساس جریان ارزش آن نگاه می‌شود. بدین ترتیب جریان ارزش در یک واحد چاپ تجاری، عبارت است از زمان و هزینه همه فعالیت‌هایی که از ورود مواد اولیه به انبار واحد چاپی شروع شده و به تحویل محصول نهایی به مشتری و دریافت هزینه خدمات ختم می‌شود.
- در شکل (۱)، جریان ارزش چاپ تجاری نمایش داده شده است. چنانکه در این شکل مشخص است، جریان ارزش در چاپ تجاری مشتمل بر فرایند تولیدی است که از سه مرحله یا زیرفرایند پیش از چاپ (لیتوگرافی)، چاپ و پس از چاپ تشکیل شده است و بنابراین از این به بعد، هر واحد تولیدی که مسئولیت انجام یکی از این زیرفرایندهای تولید را در جریان ارزش چاپ تجاری بر عهده داشته باشد، واحد چاپ تجاری نامیده می‌شود.
- بدین ترتیب با توجه به اینکه چاپ تجاری از روش تولید بر اساس سفارش پیروی می‌کند [۱۲]، بنابراین می‌توانیم بگوییم که:
- درخواست برای کالای چاپ تجاری، ناپایدار و غیر ثابت است. بدین معنا که بسته به شرایط بازار و تجارت، تعداد سفارشات کم و زیاد می‌شود.
 - تعداد محصول مورد درخواست به ازای هر سفارش

فراایندهای مدیریت و پشتیبانی را شامل نمی‌شود.
- با توجه به خصوصیت اقدام پژوهشی، نتایج تحقیق فقط در چارچوب بسترهای تحقیق قابل توصیف و تفسیر است و هیچ ادعایی در مورد تعمیم‌پذیری آن از طرف محقق نمی‌شود.

رسم جریان ارزش و اندازه‌گیری تلفات

در این تحقیق، محصولات متنوعی که در بخش چاپ تجاری توسط چاپخانه تولید می‌شود (نظیر کاتالوگ، بروشور، پوستر، اوراق اداری، انواع تراکت تبلیغاتی)، بر اساس تنوع عملیات و فرایندهای طی شده (اعم از لیتوگرافی، چاپ، ورنی و سلفون، خط‌زنی، دایکات و صحافی) دسته‌بندی شده‌اند و بدین ترتیب دسته کاتالوگ به عنوان دسته‌ای که بیشترین عملیات تولید را پشت سر می‌گذارد، به عنوان خانواده محصول بحرانی برای رسم جریان ارزش مورد استفاده قرار گرفت.

رسم جریان ارزش فعلی چاپخانه

برای رسم جریان ارزش تولید کاتالوگ، ابتدا با دنبال کردن مسیر تولید و پس از بررسی و حذف بعضی عملیات جزئی، فرایند تولید کاتالوگ ترسیم و داده‌های میدانی، ۵ کاتالوگ مختلف که در طول هفته تولید شده، ثبت شده است. عمده‌ترین این داده‌های میدانی عبارتند از زمان چرخه تولید^{۲۶} هر فرایند از زنجیره ارزش و حجم کالای در حال تولید که همان حجم دسته^{۲۷} تلقی می‌شود.

در جریان ارزش مورد بررسی، دو دسته مهم از مواد اولیه مورد نیاز تولید، یعنی دسته اول که شامل فایل دیجیتال، پلیت و کاغذ است از طرف مشتری و دسته دوم که شامل مرکب و سایر مواد مصرفی است از طریق تأمین‌کنندگان ثالث توسط خود چاپخانه، سفارش و تأمین می‌شود. در صورتی که سفارش مشتری نیاز به ماده مصرفی خاصی داشته باشد که در انبار چاپخانه موجود نباشد، سفارش تهیه این ماده که مثلاً یک مرکب مخصوص است، ممکن است پس از قطعی شدن سفارش، توسط عوامل بخش سفارشات چاپخانه انجام شود.

بنابراین چاپخانه دو انبار مواد اولیه دارد؛ یکی برای ذخیره درازمدت مرکب و مواد مصرفی، که انباری موقت محسوب می‌شود و دیگری برای ذخیره موقت کاغذ ارسال شده از طرف مشتری. کارهای چاپ شده توسط چاپخانه

به طور خاص وجود ندارد که برای تحقیق از روش‌هایی نظیر مورد کاوی استفاده شود و با توجه به اینکه تحقیق حاضر:

- مبتنی بر کار گروهی و همکاری متقابل محقق و اعضای تیم تحقیق در محیط کار واقعی یعنی چاپخانه‌ها است؛

- این افراد در حین کار، همگی در چرخه برنامه‌ریزی، عمل، مشاهده و بازخورد به طور خودکار و از پیش تعریف شده درگیر می‌شوند؛

- یادگیری به صورت جمعی، تدریجی و برگرفته از تکرار مراحل اقدام عملی، مرتکب اشتباه شدن و عکس‌العمل حاصل می‌شود؛

بنابراین، به عنوان مناسب‌ترین روش و استراتژی تحقیق اقدام‌پژوهی انتخاب شده است [۱۴]. بنابراین قدم‌های استاندارد رسم جریان ارزش با مراحل حلقه اقدام‌پژوهی ترکیب شده و از هم‌افزایی آن، نتایج تحقیق به دست آمده است.

هدف از این تحقیق، شناسایی انواع تلفات و ریشه‌های بروز آن در بخش تولید یکی از چاپخانه‌های تجاری کشور است تا ضمن اصلاح جریان مواد در بستر جریان ارزش، شرایط لازم برای کاهش زمان تولید بر اساس سفارش و کاهش هزینه‌های تولید فراهم شود.

در این بخش از تحقیق، برای جمع‌آوری اطلاعات از ضبط صوت و فیلم، مشاهده مشارکتی، بررسی اسناد و مدارک نظیر دفتر کارکرد ماشین‌آلات در هر روز، برگه رسید دریافت کاغذ و مقوا از مشتری، برگه ترخیص کالا، برگه ورود مواد مصرفی به انبار، برگه خروج کالای مصرفی از انبار، فرم مشخصات سفارش که توسط مشتری پر می‌شود و جلسات مشترک داخلی، استفاده شده است.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز از روش‌هایی نظیر تحلیل منطقی و عقلایی، جلسات کایزنی، مصاحبه با خبرگان، ترسیم جریان ارزش، معیار عملکردی ناکارآمدی کلی دستگاه (OED) که توسط محقق ابداع شده است، نمودار استخوان ماهی و بررسی جمعی جداول و نمودارها با تیم تحقیق و مذاکره با همه گروه‌های نفع‌برندگان برای کسب نظر آنها استفاده شده است.

البته این تحقیق محدودیت‌هایی نیز دارد:

- محدوده این تحقیق به فرایند تولید محدود می‌شود و

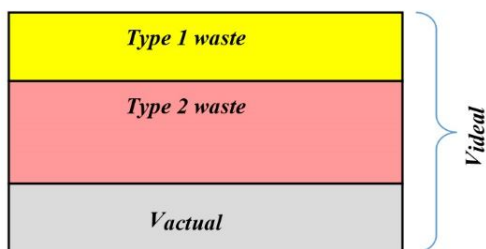
چنانکه مشاهده می‌کنیم، محاسبه پارامترهای رابطه (۴)، بسیار ساده بوده و از اطلاعات تولید به راحتی به دست می‌آید.

تفاوت عمده OED با معیارهای رایجی نظیر OEE که استفاده از آنها برای اندازه‌گیری کارایی سیستم در تولید ناب متداول است، در چند نکته زیر خلاصه می‌شود:

– در OEE، میزان کل تلفات اعم از نوع ۱ و نوع ۲ – سنجیده می‌شود و در مواردی که با تعداد زیادی سفارش مختلف در روز روبرو هستیم، به دلیل صرف زمان‌های زیادی برای تنظیم ماشین (یعنی بالا بودن تلفات نوع ۱)، OEE به شدت کاهش پیدا کرده و سیستم را ناکارآمد نشان می‌دهد و بنابراین در مورد چاپ تجاری که اساس مدل کسب و کار در آن، بر گرفتن تعداد زیاد سفارش کم‌تیراژ در روز استوار است، بی‌معنی و غیر قابل تفسیر است.

– از آنجایی که در روزهای مختلف، تعداد سفارشات در یک چاپخانه تجاری متفاوت است و در نتیجه تلفات نوع ۱ نیز مختلف است، OEE معیار مناسبی برای مقایسه عملکرد روزهای مختلف با یکدیگر نیست. در حالی که OED به تلفات نوع ۱ حساس نیست و به کمک آن تلفات نوع ۲ روزهای مختلف را به راحتی می‌توان با یکدیگر مقایسه کرد.

– از آنجایی که برای ناب شدن زنجیره ارزش، تأکید بر حذف تلفات نوع ۲ است، اندازه‌گیری مستقیم و دائمی آن اهمیت زیادی دارد که به کمک OED انجام می‌شود.



شکل ۳: نمایش ارزش ایده‌آل و ارزش عملاً تولید شده

یافته‌های پژوهشی

بر پایه اقدامات انجام‌شده در این تحقیق، نتایج به دست آمده در محورهای زیر ارائه می‌شود:

نیز قبل از بارگیری و ارسال در همان انبار موقت کاغذ دریافتی از مشتری نگهداری می‌شود. البته در وضعیت فعلی، چاپخانه یک سیستم کنترل موجودی استاندارد ندارد. نقشه جریان ارزش کاتالوگ در این چاپخانه، در شکل (۲) نمایش داده شده است.

توسعه ابزار اختصاصی برای اندازه‌گیری تلفات مودای نوع ۲

کاهش تلفات مد نظر تولید ناب، منوط به اندازه‌گیری و شناسایی دقیق این تلفات است. بنابراین در این تحقیق، یک ابزار اختصاصی برای اندازه‌گیری تلفات مودای نوع ۲ که مهم‌ترین تأثیر را در افزایش زمان سفارش تا تولید و افزایش هزینه‌های تولید دارد، توسعه داده شده است. برای درک مفهوم این ابزار اندازه‌گیری مطابق شکل (۳)، اگر بخواهیم در یک بازه زمانی مشخص مانند یک شیفت کاری که معادل ۸ ساعت است، رابطه میان ارزش تولیدشده و تلفات نوع ۱ و نوع ۲ را با ارزش ایده‌آل یا تئوری داشته باشیم، خواهیم داشت:

$$V_{actual} = V_{ideal} - \text{Type 1 waste} - \text{Type 2 waste} \quad (1)$$

که در آن V_{actual} برابر ارزش تولیدشده بر اساس تیراژ کار چاپی قابل قبول از طرف مشتری و V_{ideal} برابر کل تیراژی است که در مدت زمان شیفت ماشین چاپ با فرض نبود هر گونه تلفاتی باید قادر به تولید باشد. بر اساس رابطه (۱)، درصد تلفات نوع ۲ که آن را OED یا ناکارآمدی کلی دستگاه^{۲۸} می‌نامیم، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$OED = \text{Type 2 waste} / V_{ideal} \quad (2)$$

اگر زمان شیفت T_{shift} و سرعت عملیاتی دستگاه چاپ برابر S باشد، آنگاه رابطه (۳) را خواهیم داشت:

$$V_{ideal} = S \cdot T_{shift} \quad (3)$$

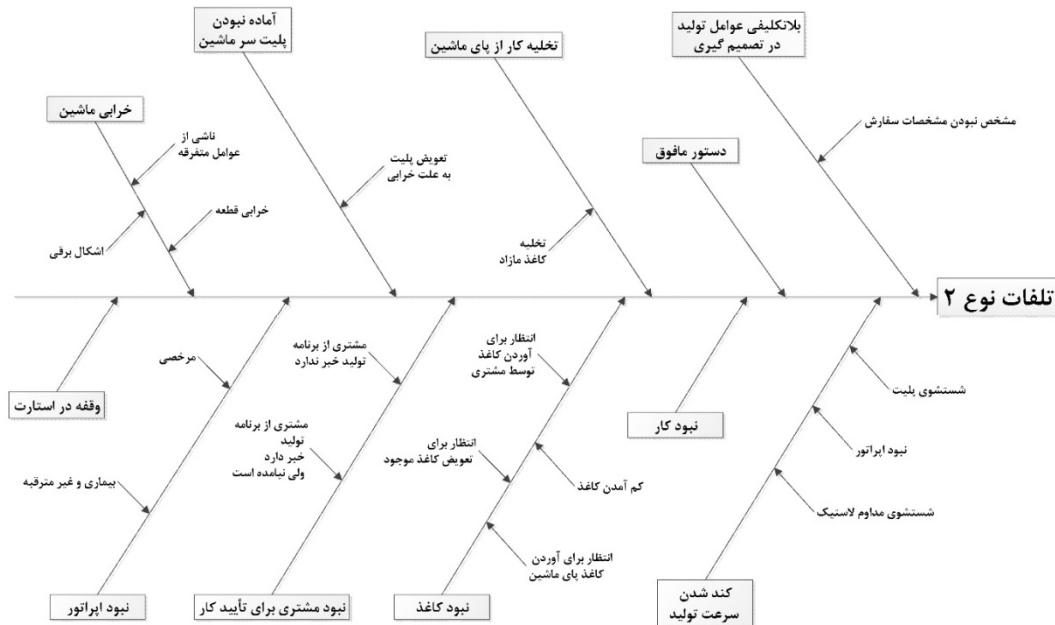
و بنابراین اگر کل شیفت‌های چاپ شده توسط ماشین چاپ و مورد قبول مشتری برابر N و کل زمان صرف شده در یک شیفت برای تنظیم و آماده‌سازی ماشین چاپ برابر T_{setup} باشد، آنگاه طبق رابطه (۱)، (۲) و (۳) خواهیم داشت:

$$OED = 1 - (T_{setup} / T_{shift}) - (N / (S \cdot T_{shift})). 100\% \quad (4)$$

اندازه‌گیری تلفات نوع ۲

در مورد چاپخانه صنوبر، میزان OED یا درصد تلفات نوع ۲، ماشین چاپی که برای تولید کاتالوگ استفاده شده و به عنوان پیش‌قدم، نقش اصلی را در تعیین ریتم و عملکرد

زنجیره ارزش مورد تحلیل دارد، برای ۴ ماه (۸۳ روز کاری)، اندازه‌گیری و در نمودار (۱) نشان داده شده است. چنانکه از این نمودار مشخص است، سطح تلفات نوع ۲ برای ایستگاه کاری ماشین چاپ، بسیار زیاد است.



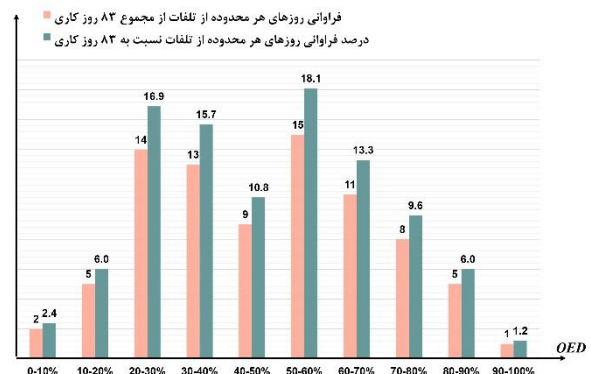
شکل ۴: رابطه علت - معلولی ریشه‌های بروز تلفات نوع ۲

سرپرست ماشین چاپ خواسته شده است که هر نوع علت ایجاد وقفه و تلفات زمانی را که منجر به تلفات نوع ۲ می‌شود، ثبت کند. سپس در جلسات کایزنی تیم پیاده‌سازی تولید ناب، این دلایل مورد بررسی و دیگرام علت و معلولی آن رسم شده است. در مجموع ۱۷۰ علت اولیه^{۲۹} و علت ریشه‌ای^{۳۰} برای موارد برخورد با تلفات نوع ۲ ثبت شده است که شمای کلی آن در شکل (۴) نمایش داده شده است.

ارائه پیشنهادات برای بهبود جریان ارزش

با بررسی نقشه جریان ارزش وضعیت موجود و با توجه به تفاوت‌هایی که تولید بر اساس سفارش در چاپخانه تجاری با تولید انبوه^{۳۱} دارد، موارد زیر در مسیر بهبود و روان‌سازی جریان ارزش فعلی قابل توجه است:

- از آنجایی که نوع محصول و تیراژ سفارشات در طول روز کاری و پس از مراجعه مشتریان به چاپخانه معین



نمودار (۱): توزیع مقدار ناکارآمدی کلی دستگاه در ۸۳ روز کاری

تحلیل ریشه تلفات

برای تحلیل رابطه علت و معلولی تلفات نوع ۲، از دیگرام ایشیکاوا استفاده شده است. بر این اساس که در مدت ۸۳ روز که OED اندازه‌گیری شده است، از

زنجیره ارزش مطلوب با تعیین پیشقدم و استفاده از خطوط FIFO در پایین دست آن، باید کار زمانبندی تولید را به پیشقدم منحصر کرد.

از بررسی نقشه جریان ارزش فعلی چنین بر می آید که کار تولید محصول چاپی به دلایل مختلف، با وقفه‌های چند ساعته روبه‌رو است که در تحلیل علت-معلولی به طور کامل به دلایل آن پرداخته شده است. این مشکل از سطح بالای تلفات نوع ۲ ناشی می‌شود که با ابزار ابداع شده OED به راحتی قابل اندازه‌گیری است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، نتیجه استفاده از ابزار رسم جریان ارزش برای تحلیل ریشه‌های بروز انواع تلفات در محیط تولید، بر اساس سفارش یک چاپخانه تجاری بیان شده است. این اقدام بخشی است از یک تحقیق وسیع‌تر که برای اولین بار در کشور برای ایجاد مدل پیاده‌سازی تولید ناب در بخش چاپ تجاری به روش اقدام‌پژوهی انجام می‌شود.

تولید در چاپخانه‌های تجاری بر اساس سفارش انجام می‌شود و در یک روز کاری با تعداد زیادی سفارش کم‌تیراژ و در عین حال متنوع روبه‌رو هستیم که مشخصات تولید آنها و در نتیجه زنجیره ارزش به طور دائم تغییر می‌کند و بنابراین پیاده‌سازی تولید ناب با مشکلاتی روبه‌روست. به همین دلیل است که با موارد زیادی از پیاده‌سازی تولید ناب در چاپخانه‌های تجاری در سطح بین‌المللی روبه‌رو نیستیم و گزارشات پژوهشی زیادی در این مورد منتشر نشده است.

از آنجایی که در چاپ تجاری، تعداد سفارشات در روز زیاد بوده و در نتیجه با تعداد زیادی زمان تنظیم به عنوان تلفات نوع ۱ روبه‌رو هستیم، سنجه‌های استاندارد تولید ناب که تلفات را به طور کلی مد نظر قرار می‌دهند، برای ارزیابی درجه ناب بودن زنجیره ارزش چاپ تجاری مناسب نیستند. بنابراین در این تحقیق، یک سنجه ابتکاری به نام ناکارآمدی کلی دستگاه (OED) برای اندازه‌گیری تلفات نوع ۲ ابداع شده است.

اندازه‌گیری چند ماهه OED در چاپخانه بستر تحقیق نشان می‌دهد که سطح تلفات نوع ۲ بسیار بالا است که به کمک تحلیل علت-معلولی به ریشه‌یابی آن پرداخته شده است. در انتها نیز با بررسی نقشه جریان ارزش فعلی

می‌شود، زنجیره ارزش ممکن است در یک روز ثابت و در روز دیگر به طور دائم در حال تغییر باشد. بنابراین تعیین زمان تکت^{۳۲} و چنانکه در تولید انبوه مرسوم است، در این زنجیره ارزش کاربردی به نظر نمی‌رسد. از آنجایی که در اکثر موارد، مواد اولیه اصلی تولید یعنی کاغذ و پلیت توسط خود مشتری و بسته به نوع سفارش تأمین می‌شود و محصول نهایی که همان کار چاپ شده است، قابل انبار و استفاده بعدی نبوده و پس از تولید در اولین فرصت باید توسط مشتری از چاپخانه خارج و یا برای او ارسال شود، بنابراین در این زنجیره ارزش، از انبار مواد اولیه یا انبار کالای نهایی نظیر آنچه در تولید انبوه دیده می‌شود، خبری نیست و بیشتر با انبار موقت روبه‌رو هستیم. این انبار موقت که در ورودی چاپخانه قرار دارد، به دلیل برنامه‌ریزی غیر مؤثر تولید، برای هر سفارش چند روزی کاغذ و کارهای چاپی آماده برای تحویل به مشتری را در خود جای می‌دهد و به دلیل کمی جا و تعداد زیاد سفارشات، معضل بزرگی برای چاپخانه شده است. بنابراین باید با کاهش تلفات نوع ۲ و روان کردن مسیر جریان مواد، شرایط برنامه‌ریزی دقیق‌تر تولید و پیش‌بینی بهتر زمان شروع و اتمام تولید محصولات را فراهم کرد و از این طریق حجم انبار موقتی را کاهش داد.

به دلیل تنوع محصول و تداخل کاری زنجیره‌های ارزش مختلف با یکدیگر، در سطح کارگاه^{۳۳}، با حجم وسیعی از انبار پای کار^{۳۴} روبه‌رو هستیم که در تولید ناب به حذف یا کم کردن حداکثری آن تأکید می‌شود.

از آنجایی که بعضی دستگاه‌ها و به دنبال آن فرایندهای تولید بین زنجیره ارزش محصولات مختلف مشترک هستند (برای مثال دستگاه‌های برش ممکن است به طور همزمان در ۵ زنجیره ارزش مشارکت داشته باشند)، کار برنامه‌ریزی تولید و پایش آن در بسیاری از مراحل به صورت مراجعه دائمی عوامل کنترل تولید به بالای سر ماشین‌آلات انجام می‌گیرد^{۳۵} که در نقشه با علامت عینک نشان داده شده است. این روش برنامه‌ریزی و پایش، امکان پیش‌بینی دقیق روند تولید را مشکل و حجم کار روزانه واحد کنترل تولید را بسیار زیاد کرده است. در

تشکر و قدردانی

لازم است از کارکنان چاپخانه صنوبر و مدیر محترم آن، جناب آقای حسین کیان احمدی که در مسیر انجام این تحقیق همکاری کاملی با محقق و تیم پروژه داشته‌اند و از استاد گرامی جناب آقای علی ظریف خیاط مشهدی که به عنوان مشاور فنی این تحقیق از راهنمایی‌های بی‌شائبه ایشان به طور مداوم استفاده و بهره برده‌ایم، کمال تشکر را داشته باشیم.

چاپخانه که در مورد محصول کاتالوگ رسم شده است، بر اساس اصول تولید ناب به ارائه پیشنهاداتی برای روان کردن جریان مواد و کاهش سطح انبار اقدام شده است.

بنابراین، نتایج این تحقیق، راهنمای خوبی برای مشاورانی خواهد بود که برای پیاده‌سازی تولید ناب در واحدهای چاپ تجاری به مدیران پروژه‌های ناب‌سازی این واحدها کمک خواهند کرد.

مراجع

- 1- Rodrigues, P. and Oliveira, O.J. (2010). "Engineering-To-Order Versus Make-To-Stock Strategy: An Analysis At Two Printing Companies.." *Independent Journal of a Management & Production (IJM&P)*, Vol. 1, No. 1.
- 2- Mc Carthy, Brian, P. (2006). "Lean Enterprise Transformation In a Job Shop Environment." Msc Thesis, The University Of Kansas.
- 3- Anderson, R. (2006). "Similarities and Differences Between TQM, Six Sigma and Lean." *Journal Of TQM Magazine*, No. 18:3, PP. 282-296.
- 4- Worley, J. M. and Doolen, T. L. (2006). "The Role of Communication and Management Support in a Lean Manufacturing Implementation." *Management Decision*, Vol. 44:2, PP. 228 – 245.
- 5- Hines, P. (2004). "Learning to Evolve: a Review of Contemporary Lean Thinking." *International Journal Of Operations & Production Management*, No. 24:10, PP. 994-1011.
- 6- Raviteja, Ch. (2012). "Process Improvement by Implementation of Lean Techniques." *Journal of Pure and Applied Science & Technology*, Vol. 2:2, PP. 73-85.
- 7- Goriwondo, W., Mhlanga, S. and Marecha, A. (2011). "Use of the Value Stream Mapping Tool for Waste Reduction in Manufacturing. Case Study for Bread." *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Kuala Lumpur, Malaysia, January 22 – 24.
- 8- Compton, J. (2007). "What is Muda?" *Management Portfolio*, PP. 8-9.
- 9- Rother, M. and Shook, J. (1999). "Learning to See." Lean Enterprise Institute.
- 10-Chitturi, R.M., Glew, D.J. and Paulls A. (2007). "Value Stream Mapping in a Job Shop." *IEEE*, Vol.63.
- 11-Ibon Serrano Lasa, I. S., Laburu, C. O. and Vila, R. (2008). "An Evaluation of the Value Stream Mapping Tool." *Business Process Management Journal*, Vol. 14 No. 1, PP. 39-52.
- 12-Dennis, D. and Meredith, J. (2000). "An Empirical Analysis of Process Industry Transformation System." *Management Science*, No. 46:8, PP.1085-1099.
- 13-Abdullah, F. (2003). "Lean Manufacturing Tools and Techniques in the Process Industry with a Focus on Steel." Ph.D. Dissertation, University of Pittsburg, Pittsburg.
- 14-Altrichter, H., Kemmis, S., McTaggart, R. and Zubert-Skerrit, O. (1991). "Defining, Confining or Refining Action Research?" *Action Research for Change and Development*.

واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1- Lean Printing
- 2- Production Lead Time
- 3- Hidden Waste
- 4- Low-volume High-mix Jobshop
- 5- Make-to-order
- 6- Value Stream Mapping
- 7- Type 2 Muda
- 8- Overall Equipment Deficiency
- 9- Pacemaker
- 10-Action Research
- 11-Eiji Toyoda
- 12-Taiichi Ohno
- 13-Henry Ford
- 14-John Krafcik
- 15-James P. Womack
- 16-Muda
- 17-Waste
- 18-Type 2 Waste
- 19-Type 1 Waste
- 20-Value-added
- 21-Waiting Time
- 22-Stacking Intermediate Products
- 23-Double Handling
- 24- Value Stream Mapping
- 25-Product Family
- 26-Production Cycle Time
- 27-Lot Size
- 28-Overall Equipment Deficiency
- 29-Cause
- 30-Root Cause
- 31-Mass Production
- 32-Takt Time
- 33-Shop Floor
- 34-WIP
- 35-Go and See