

کاربرد مهندسی مجدد فرایندها در پیاده سازی تولید سلولی با استفاده از نرم افزار ارنا

VSM و (Arena)

(مطالعه موردی: شرکت مهنا قطعه)

مهرداد ملک محمدی^{۱*}، سید مجید الهی^۲

۱- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)،

Email: mehrdad.malekmohamadi@gmail.com

۲- استاد یار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، دانشکده علوم اجتماعی، گروه مدیریت، Smajidelahi@yahoo.com

چکیده

پیچیدگی فضای کسب و کار و وجود نیروهای رقابتی موجب شده که سازمان ها درصدد ارتقاء جایگاه رقابتی و افزایش ارزش از دیدگاه مشتری باشند که این مستلزم بهبود فرایندهای تولیدی و حذف اتلاف ها می باشد. در این راستا سیستم تولید سلولی بعنوان یکی از ابعاد تولید ناب بوده که مبتنی بر طراحی مهندسی مجدد فرایندها می باشد و با هدف حذف ضایعات و کاهش هزینه ها اجرا می گردد. هدف این مقاله اجرای تولید سلولی بصورت شبیه سازی در شرکت مهنا قطعه است که سعی شده با شناسایی اتلاف ها و گلوگاه ها، حلقه های ارزش ایجاد گردد. به منظور تحقق اهداف بهینه سازی بعد از پیاده سازی وضعیت موجود و جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، با بهره گیری از نرم افزار VSM جریان ارزش برای محصولات کارخانه مهنا قطعه در دو وضعیت موجود و مطلوب تعیین و با استفاده از نرم افزار ارنا (Arena) شبیه سازی گردید، که باعث افزایش ۳۳ درصدی تولید شد. استفاده از شبیه سازی طراحی مهندسی مجدد فرایندها بعنوان یک نگرش مدیریتی می تواند در ایجاد تعاملی هم افزا در سه مولفه زمان، قیمت و کیفیت مفید باشد که ما حاصل آن افزایش کارایی و اثر بخشی برای سازمان است.

کلمات کلیدی: مهندسی مجدد، فرایند، تولید سلولی، شبیه سازی، جریان ارزش، ارنا (Arena)، VSM

مقدمه

با توجه به اینکه اجرای سیستم تولید مطلوب و بهره ور، مستلزم انجام اقداماتی پرهزینه و با ریسک زیاد است، لذا مکانیزمی لازم است که بتواند آینده را به طور مجازی ایجاد کند؛ بطوریکه بتوان بر اساس آن تصمیم گیری های لازم را اتخاذ نمود. مدلسازی به صورت شبیه سازی ابزاری قدرتمند بوده و کمک زیادی به شناسایی نتایج حاصل از اجرای سناریوهای بهینه سازی می نماید. طراحی مجدد مستلزم ایجاد تغییراتی بنیادین در فرایندها و پردازش ها، طرز فکر و نگرش مدیران و کارکنان، در فرهنگ و نظام ارزشی، در ساختار و سازماندهی و در روش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازمان ها می باشد [2]. بطور کلی لازمه رقابت در دنیای تولید کنونی بهره گیری از تمام فنون، ابزارها و ایده های جدید است. در اواخر قرن بیستم، تولید کنندگان جهان با رقاباتی آشنا شدند، که قادر بودند با بهره گیری از روش های نوین تولید با نیمی از سرمایه و امکانات؛ محصولاتی با کیفیت بهتر، تنوعی بیشتر و با قیمتی پایین تر به بازار جهانی

* Corresponding author

عرضه کنند [7]. سیستم تولید انبوه^۱ به عنوان سیستم غالب تولید، قادر به ارائه محصولات متنوع و در حجم پائین که خواسته های ویژه مشتری را جواب گو باشد؛ نیست، همچنین به علت زمان طولانی فرآیندهای تولید، زمان تحویل محصول زیاد بوده و این اتلاف ها باعث افزایش قیمت تمام شده می گردد [8]. یکی از شیوه های جدید تولید؛ روش تولید سلولی^۲ است. با توجه به این که صنعت تولید قطعات خودرو دارای نقشی بارز در زمینه توسعه و اشتغال زایی است؛ اجرای موفق اصول تولید سلولی بعنوان یکی از ابعاد تولید ناب^۳ در این صنعت بسیار حیاتی و مهم است [6]. تفکر ناب شیوه ای را فراهم می کند که از طریق آن بتوان با منابع، تجهیزات و فضای کمتر به بهره وری بیشتر دست یافت. این تغییر پذیری لازمه ماندگاری شرکت ها و سازمان ها در دنیای نوین است. بطور کلی با بهره گیری از مهندسی مجدد فرایندها^۴ به منظور پیاده سازی اصول تولید سلولی (تولید ناب) می توان ضمن شناسایی جریان ارزش محصول و تعقیب کمال نیازهای مصرف کننده را با قیمتی مناسب و در زمانی مشخص برآورده ساخت. در این مقاله مراحل اجرا و پیاده سازی تولید سلولی در شرکت مهنا قطعه که در زمینه تولید میل بادامک خودرو فعالیت می نماید و بعنوان یکی از تامین کنندگان شرکت سایپو است، شبیه سازی گردید.

۲. پیشینه تحقیق

در زمینه تولید ناب و عوامل مرتبط با آن مطالعات گوناگونی انجام شده که از مطالعات داخلی می توان به تحقیق برادران و همکاران (۱۳۹۴) با عنوان "بررسی سطح آمادگی شرکت ایران ترانسفو ری برای اجرای سیستم تولید ناب"؛ اشاره نمود، در این تحقیق سطح آمادگی شرکت ایران ترانسفو ری برای اجرای سیستم تولید ناب با استفاده از مدل تجزیه و تحلیل ابعادی مورد ارزیابی قرار گرفت. بطوریکه ۸ مؤلفه و ۶۶ عامل شناسایی و حد انطباق آنها با تولید ناب بررسی شد. نتایج تحقیق نشان می دهد که مؤلفه های سازماندهی، رهبری، مدیریت منابع انسانی و مدیریت فرایند تولید به ترتیب بیشترین اهمیت را برای دستیابی به تولید ناب دارند [5]. مطالعه زندیه و همکاران (۱۳۹۴) تحت عنوان "اثر برنامه های گردش شغلی سلولی بر عملکرد سلول ناب" بوده است. در این پژوهش، عملکرد سلول ناب از طریق عامل فاصله گردش شغلی و به همراه عوامل مرتبط با سلول (شامل اندازه سلول، نوع وظایف سلول و زمان تکت) از طریق مدلسازی ریاضی و تحلیل آن تشریح شده است. نتایج تحقیق اثر عامل فاصله گردش شغلی و روابط متقابل پیچیده میان آن و دیگر عوامل را تأیید کرد [9]. احمدی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود با عنوان "ارزیابی درجه نابی با رویکرد سلسله مراتبی"؛ تولید ناب را به عنوان یکی از ابزارهای کاربردی جهت بهبود سطح کیفی محصولات و ارزیابی سازمان معرفی کردند. در این تحقیق با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی مدلی جهت سنجش درجه ناب بودن، طراحی و ابعاد و عناصر آن تعریف شد [1]. تحقیقی توسط ادگی (۱۳۸۵) با عنوان "کانبان بزاری کیفی در تولید ناب" انجام شده است. در این پژوهش سعی شده با شناسایی و اولویت بندی اتلاف ها هشگانه؛ شرایط استقرار تولید ناب و اجرای پروژه کانبان فراهم گردد، که بعنوان ابزاری کارآمد منجر به حذف توقف های تولید، جلوگیری از حرکات اضافی و کاهش ضایعات در تولید شرکت شد [3]. از تحقیقات خارجی می توان به تحقیقی که توسط حضری و همکاران (۲۰۱۴) با عنوان "اجرای تولید ناب از طریق قاعده کایزن و بهبود سریع؛ انجام شده است، اشاره کرد که مربوط به پیاده سازی سیستم تولید ناب در یک شرکت تولید کننده قطعه خودرو در کشور مالزی می باشد. در این پروژه محققین شرایط پیاده سازی سیستم تولید ناب (سلولی) از طریق قاعده کایزن را در شرکت مذکور بررسی کرده اند [13]. مطالعه دیگری توسط لطفی و همکاران (۲۰۱۳) با عنوان "چگونگی

1-Mass Production

2 -Cellular Manufacturing System

3 -Lean

۴ - Business process re-engineering (BPR)

رسیدن به حالت تاب آوری، با استفاده از رویکردهای ناب و چابک " انجام شده است. در این پژوهش آنها ویژگی تاب آوری را به عنوان عنصر کلیدی؛ میان سیستم تولید ناب و سیستم تولید چابک قرار دادند و با ترکیب همزمان ناب و چابک، تابآوری را معرفی کردند [14]. سکادی و یانگ (۲۰۱۳) مطالعه ای را در مورد تولید ناب با عنوان " عملکرد زنجیره تامین بر اساس رویکرد فعالیت های چابک و ناب " انجام دادند. در این پژوهش بر اساس معادلات ساختاری، زنجیره تامین چابک و ناب در صنعت پوشاک در کشور تایوان مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به نتایج این پژوهش، راهبرد ناب به زنجیره تامین کمک می کند تا کاراتر و مؤثرتر عمل کند [16]. رحمان و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی تحت عنوان " تولید ناب با استفاده از سیستم پیاده سازی کانبان " به بررسی فاکتورهای اثرگذار بر پیاده سازی سیستم کانبان در شرکت های تولیدی پرداختند. آنها در نهایت به این نتیجه رسیدند که تعهد مدیریت ارشد، مشارکت مشتریان، مدیریت موجودی و بهبود کیفیت از عوامل مؤثر در پیاده سازی سیستم کانبان می باشد [15]. کابرال و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی تحت عنوان " مدل تصمیم گیری برای مدیریت زنجیره چابک، انعطاف پذیر و سبز "؛ با استفاده از مدل تصمیم گیری تحلیل شبکه ای، سیستم های ناب و چابک را براساس پنج شاخص کلیدی عملکرد، سطح خدمات، هزینه، زمان و کیفیت محصولات اولویت بندی کردند [12].

۳. مبانی نظری

شبیه سازی^۱ علم و هنر ساختن مدلی (مدلسازی) از یک پروسه یا سیستم، جهت ارزیابی و آزمایش راهبردها می باشد و روشی برای آگاهی از نتایج ایده های پیشنهادی، قبل از اجرای آنهاست [4]. شبیه سازی در واقع مدل کوچک شده از یک شی واقعی یا وضعیت اجتماعی یا یک فرایند است و روشی مؤثر در بررسی بعضی ویژگی ها یا رفتارهای کلیدی در یک سامانه^۲ فیزیکی یا انتزاعی است. [12]

تولید سلولی یک چیدمان کاربردی است که در آن استقرار ماشین آلات در سلول ها همانند یک خط مونتاژ کوچک و معمولاً U شکل است. از آنجاییکه سلول ها، اقلام محصولات هم خانواده را تولید می کنند، زمان راه اندازی کوتاهتر بوده و اندازه دسته ها نیز کوچک می شود. سیستم تولید سلولی، یکی از سیستم های کارآمد برای محیط های تولیدی با حجم و تنوع بالای محصولات است که وجود تقاضا و ترکیب متغیر^۳ محصولات، آن را به سمت پویا هدایت می کند [17]. مراحل اجرای سیستم تولید سلولی شامل تشکیل سلول، برنامه ریزی و زمان بندی تولید و استقرار نهایی می باشد.

فرایند کسب و کار مجموعه ای از فعالیت هایی است که با یکدیگر ارتباط منطقی دارند و با بکار گیری منابع یک سازمان در جهت ارایه نتایج مشتری گرا^۴ و به منظور دستیابی به اهداف سازمان انجام می شوند. طراحی مجدد فرایند های کسب و کار تحلیلی انتقادی و طراحی مجدد بنیادی فرایند های فعلی کسب و کار به منظور بهبود چشمگیر شاخص های عملکردی می باشد. [2]

۴. طراحی مجدد فرایند ها به منظور ایجاد سلول در شرکت مهنا قطعه

بهره گیری از مهندسی مجدد فرایند ها به منظور پیاده سازی سیستم تولید سلولی در شرکت مهنا قطعه که در زمینه تولید میل بادامک انواع خودرو فعال است؛ مستلزم آگاهی از اصول و عوامل اساسی تشکیل دهنده سلول می باشد. مراحل ایجاد جریان پیوسته و طراحی مجدد شامل جمع آوری داده های مربوط به محصول (ترکیب محصول میل بادامک) است

1-Simulation

2- System

3-Dynamic

۴ -Customer-Oriented

که شامل مقایسه مقدار و نوع محصول میل بادامک های مختلف در چندین وضعیت ؛ تحلیل مسیر فرایند تولید میل بادامک (بررسی جریان ارزش توسط VSM)؛ ترسیم نقشه فرایند (مقدار کالا در جریان ساخت (WIP)^۱ ؛ فاصله ای که کالا در طول پردازش حرکت می کند ؛ تعداد افراد مورد نیاز در اجرای فرایند؛ محاسبه ظرفیت فرایند ها و زمان آهنگ تولید انواع میل بادامک (تحلیل زمان تکت و تعیین گلوگاه) می باشد.

۵. بررسی و تحلیل وضعیت موجود شرکت مهنا قطعه

محصولات تولیدی توسط کارخانه متنوع بوده و می توان آنها در قالب چهار گروه محصول میل بادامک^۲ پیکان کاربراتوری و انژکتوری ؛ میل بادامک پراید انژکتوری و کاربراتوری ؛ میل بادامک سمند و میل بادامک پژو کاربراتوری و انژکتوری طبقه بندی کرد و از آنجاییکه تعداد کالاهای تولیدی این شرکت دارای تنوع بسیاری است و بررسی تمامی کالاها در این مقاله امکان پذیر نبوده لذا برای شبیه سازی؛ محصول میل بادامک پژو انژکتوری انتخاب گردید. با بررسی های انجام شده اتلاف ها و موجودی نیمه ساخته (WIP) یکی از دلایل اصلی مهندسی مجدد فرایند ها در شرکت مذکور می باشد. فرایند های موجود در تولید میل بادامک شامل ریخته گری (در قالب های مخصوص) ، مرغک زنی، خشن تراشی، خار زنی، سنگ زنی، شستشو ، فرآیند بسته بندی، فرآیند ارسال است، که مشاهدات انجام شده در وضعیت موجود مطابق جدول ۱ می باشد.

جدول ۱- وضعیت فعلی خط تولید میل بادامک پژو انژکتور (منبع: محققین)

ارسال	بسته بندی	شستشو	سنگ زنی	خار زنی	مرغک زنی	خشن تراشی	ریخته گری	
۲	۴	۲	۳	۵	۲	۲	۵	زمان خرابی بین دو دستگاه (روز)
۲	۰.۵	۰.۵	۱	۲	۱	۱	۱	زمان از کار افتادگی (ساعت)
۴	۱	۶	۳	۶	۳	۲	۳	تعداد از کار افتادگی در ماه (دفعه)
۰.۰۸	۰.۰۱۶	۰.۰۲	۰.۰۵	۰.۴	۰.۰۱	۰.۰۶۷	۰.۰۱	زمان از کار افتادگی در روز (ساعت)
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	شیفت روزانه (ساعت)
۷۷	۸۶	۱۰۴	۱۸۱	۱۰۰	۷۲	۵۸	۱۲۱	زمان عملیات برای هر قطعه (ثانیه)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	زمان استراحت (ساعت)
۶.۹۱	۶.۹۸	۶.۸	۶.۹۵	۷.۶۰	۴.۹۰	۶.۰۳	۶.۹	زمان خالص کاری (ساعت)
۳۶۰	۲۹۱	۲۸۵	۲۱۸	۳۱۰	۲۷۵	۳۷۹	۲۳۵	تعداد تولید روزانه (قطعه بر ثانیه)

بر اساس جدول ۱ در سطر تعداد قطعات ساخته شده در روز، برای هر فرآیند میزان قطعاتی که می تواند در روز بسازد مشخص شده است. البته این تعداد قطعات بدون در نظر گرفتن میزان ضایعات هر فرآیند است. اگر میزان ضایعات را برای هر فرآیند لحاظ نماییم، نتیجه بصورت جدول ۲ خواهد شد. مطابق جدول ۲ در نگاه اول شاید کمی غیر معقول به نظر برسد که چطور ممکن است ۳۶۰ قطعه ارسال شود ولی در فرآیند سنگ زنی قطعه (میل بادامک) که چند مرحله عقب تر است ۲۲۶ میل بادامک تحت فرایند سنگ زنی تولید شود؛ برای پاسخ به این تناقض می بایست، عدد گلوگاه مشخص شود که همان عدد ۲۲۶ است، یعنی کمترین میزان تولید قطعه در خط تولید میل بادامک پژو (انژکتور) ، مربوط به فرآیند سنگ زنی میل بادامک است، لذا این فرآیند به عنوان گلوگاه انتخاب می شود. بنابراین فرآیند های دیگر باید تعدادی قطعه

۱ - Work In Process

۲ - Camshafts






را به عنوان موجودی در حال ساخت نگه دارند که همان WIP است که باعث راکد شدن بخشی زیادی از سرمایه در گردش شرکت می شود.

جدول ۲- مقدار تولید با لحاظ کردن درصد ضایعات و مقدار WIP هر فرایند با توجه به گلوگاه (فرایند سنگ زنی)

ارسال	بسته بندی	شستشو	سنگ زنی	خار زنی	مرغک زنی	خشن تراشی	ریخته گری	
۰	۰	۰	۴	۳	۲	۱	۱	درصد ضایعات
۳۶۰	۲۹۱	۲۹۳	۲۱۸	۳۰۱	۲۷۰	۳۷۹	۲۳۵	بدون ضایعات
۳۶۰	۲۹۱	۲۹۳	۲۲۶	۳۱۰	۲۷۵	۳۸۲	۲۳۷	با ضایعات
۱۳۴	۷۰	۶۷	۰	۸۴	۴۹	۱۵۶	۱۱	WIP
۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۴	تعداد اپراتور در یک شیفت ۸ ساعته

۶. ترسیم جریان ارزش وضعیت فعلی شرکت مهنا قطعه


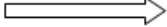





نمادهای مورد استفاده در ترسیم نمودار جریان ارزش بصورت استاندارد می باشد که توسط رودر و جان شوک^۱ در کتاب آموزش دیدن معرفی شده اند. هر سازمان یا شرکت با توجه فرایندهای تولیدی یا خدماتی خود می تواند از برخی نمادها استفاده نماید. این نمادها در شکل ۱ آورده شده است. هدف از نقشه برداری جریان ارزش شناسایی ریشه های اتلافها است؛ به بیان دیگر با ترسیم جریان ارزش به دنبال ایجاد وضعیت مطلوبی هستیم که از طریق طراحی مجدد فرآیندها تولید به گونه ای باشد که زمان و هزینه کاهش یابد. شرکت مهنا قطعه مواد اولیه خود را بصورت آهن قراضه و بخشی را هم از ضایعات تولیدی خود تامین می کند؛ در مجموع برنامه کلی خود را به صورت هر شش ماه یکبار به شرکت تامین کننده ارسال و درخواست های خود را نیز به صورت ماهیانه سفارش می دهد. مقدار سفارش دریافتی شرکت در ماه ۱۱۰۰۰ عدد میل بادامک می باشد، که از شرکت ساپکو صادر می شود. لازم به تذکر است که این تعداد فقط مربوط به یک نوع میل بادامک تولیدی در شرکت است؛ که با توجه به تنوع تولیدات شرکت و وقوع مشکل کالای نیمه ساخته (WIP) برای تمامی محصولات؛ کاملاً می تواند حجم زیادی از WIP را ایجاد نماید. در جدول ۳ زمان سیکل فرایند های تولید در وضعیت موجود و در شکل ۲ جریان ارزش در وضعیت موجود در شرکت مهنا قطعه برای محصول میل بادامک پژو انژکتور آورده شده است.

نماد استاندارد	توضیح نماد
	منابع بیرونی
	واحد کنترل
	اپراتور
	سوپر مارکت
	کانبان

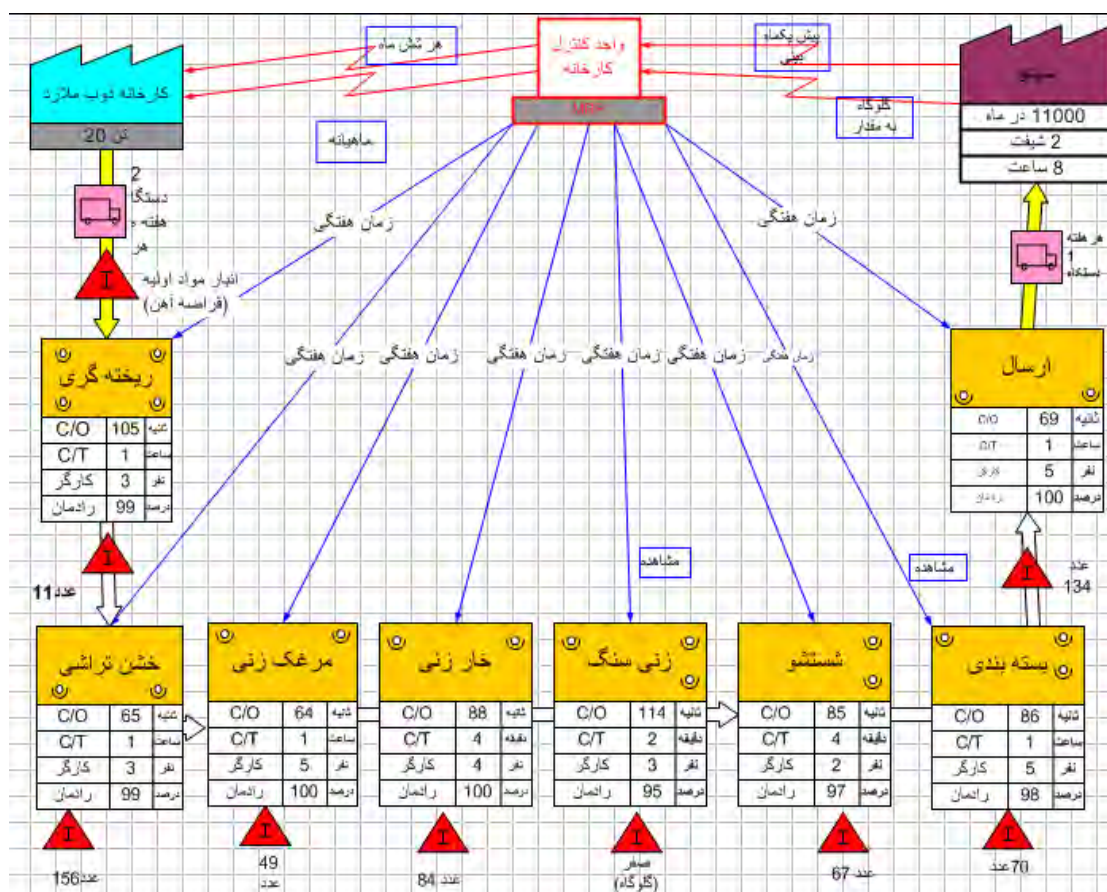
1 -Rother and Shook

مدل‌ها و تکنیک‌های کمی در مدیریت

۴ آذر ماه ۹۵، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، ایران

دریافت کششی	
حرکت محصول نهایی بسمت مشتری	
ارسال بر اساس اولین صادره از اولین وارده	FIFO
موجودی	
ارسال با کامیون	
جدول داده ها	
حرکت دستی اطلاعات	
جریان الکترونیک اطلاعات	

شکل ۱- علائم و نمادهای استاندارد بکار رفته در ترسیم جریان ارزش توسط نرم افزار VSM [11]



شکل ۲- نمودار جریان ارزش در وضعیت موجود شرکت مهنا قطعه (منبع: محققین)

جدول ۳- محاسبه زمان سیکل فرایند های تولید میل بادامک در وضعیت موجود (منبع: محققین)

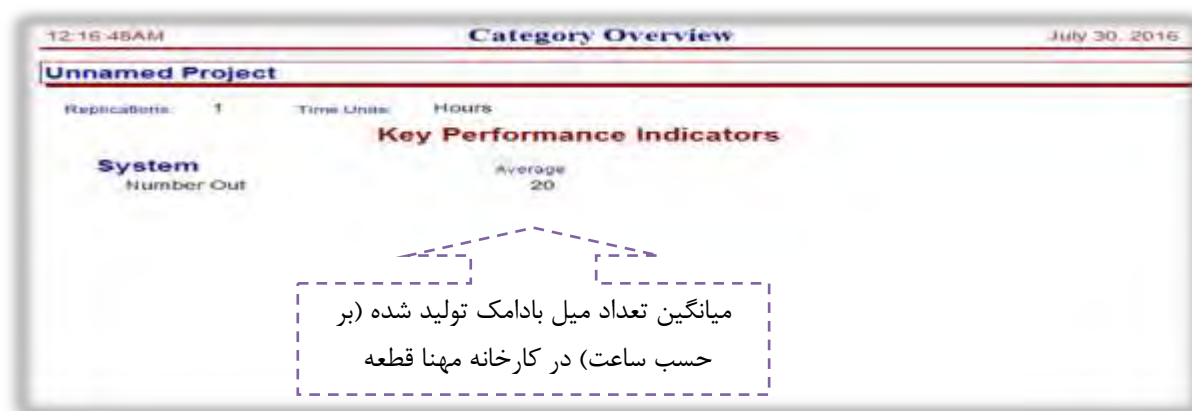
ارسال	بسته بندی	شستشو	سنگ زنی	خار زنی	مرغک زنی	خشن تراشی	ریخته گری	
۶,۹۱	۶,۹۸	۶,۸	۶,۹۵	۷,۶۰	۴,۹۰	۶,۹۳	۶,۹	زمان خالص (ساعت)
۳۶۰	۲۹۱	۲۹۳	۲۱۸	۳۰۱	۲۷۰	۳۷۹	۲۳۵	بدون ضایعات
۶۹,۱	۸۶	۸۳	۱۱۴	۸۹	۶۴	۶۵	۱۰۵	زمان سیکل (ثانیه)

۷. شبیه سازی وضع موجود توسط نرم افزار Arena

انجام فرایند های ریخته گری (قالب گیری)، مرغک زنی، خشن تراشی، خار زنی و سنگ زنی در دو واحد مجزا و بصورت جداگانه انجام می شود که بر اساس شبیه سازی وضع فعلی تعداد میل بادامک تولید شده پژو انژکتور بطور میانگین ۲۰ عدد در ساعت می باشد. در شکل ۳ وضعیت موجود و فرایند های تولید میل بادامک و در شکل ۴ میانگین خروجی شبیه سازی شده توسط نرم افزار ارنا ارایه شده است.



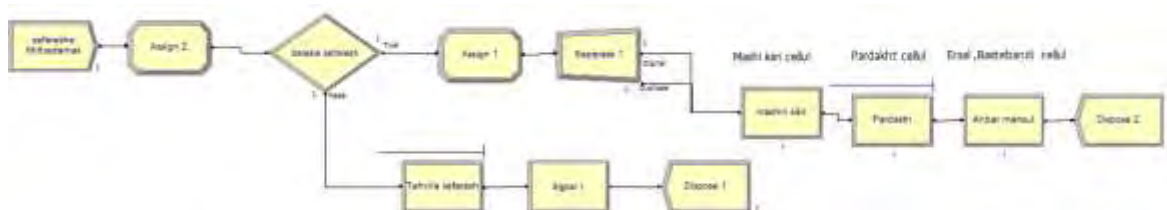
شکل ۳- وضعیت موجود خط تولید میل بادامک پژو



شکل ۴- گزارش شبیه سازی مدل در وضعیت موجود (منبع: محققین)

۸. شبیه‌سازی وضع مطلوب (طراحی مجدد فرایندها بصورت سلولی) توسط نرم‌افزار ارنا

بعد از پیاده‌سازی وضعیت مطلوب در شرکت مهنا قطعه در مورد قطعه میل بادامک پژو در نرم‌افزار ارنا ملاحظه شد، که شرکت مهنا قطعه می‌بایست ۳۰ عدد در ساعت بطور میانگین تولید کند، ولی به علت عدم هماهنگی در وضعیت فرایندها و اتلاف‌های ایستگاه‌های مختلف این عدد در حالت وضعیت فعلی ۲۰ عدد می‌باشد. این شرکت با توجه به گلوگاه ایجاد شده در یکی از فرآیندهایش به نام فرآیند سنگ زنی، مجبور شد تا تعداد ۲۲۶ قطعه را تولید کند، که با بررسی خط تولید به صورت درست و منطقی قادر خواهد بود ۴۸۰ (۳۰ عدد * ۸ ساعت * ۲ شیفت) قطعه میل بادامک پژو ارسال نماید. با تجزیه و تحلیل‌های انجام شده تصمیم گرفته شد به منظور طراحی مجدد فرایندها و ایجاد سلول بر اساس یک برنامه زمان‌بندی مدون و تعداد سفارش‌ها (سیستم کششی) تعداد میل بادامک‌هایی که جداگانه در فرایندهای مختلف تولید می‌شدند بطور هماهنگ انجام شوند بطوریکه فرایندهای خشن تراشی، مرغک زنی و خار زنی (تحت عنوان سلول ماشین کاری)؛ فرایندهای سنگ زنی و شستشو (تحت عنوان سلول پرداخت) و فرایندهای بسته‌بندی و ارسال (تحت عنوان سلول انبار محصول نهایی) باز طراحی شود. البته لازم به تذکر است که در مورد خرابی‌ها، زمان از کار افتادگی‌ها و تعداد آنها از طرف محققین اقدامی ساخته نبود. در ادامه به منظور ترسیم جریان ارزش در وضعیت مطلوب می‌بایست میزان تفاوت زمان سیکل انجام فرایندها نسبت به زمان تکت محاسبه شود. در شکل ۵ شبیه‌سازی سلول‌های کاری در طراحی مجدد و در شکل ۶ خروجی تعداد میل بادامک ارایه شده است.



شکل ۵- شبیه‌سازی وضعیت مطلوب در حالت کلی خط تولید میل بادامک پژو



شکل ۶- خروجی شبیه‌سازی وضعیت مطلوب خط تولید میل بادامک پژو

با طراحی مجدد می توان زمان چرخه فرآیند سرعت ساز را به زمان تکت نزدیک نمود، زیرا فاصله قابل توجه بین زمان چرخه و زمان تکت منجر به توقف هایی برنامه ریزی نشده خواهد شد. در جدول ۴ زمان سیکل فرایند ها در وضعیت مطلوب آورده شده است. محاسبات بر اساس یک سری پرسش انجام شده است.

جدول ۴- زمان سیکل فرایند ها (منبع: محققین)

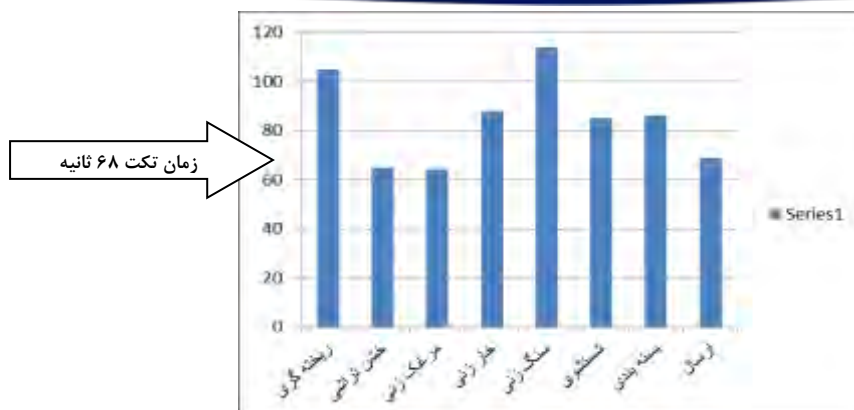
ارسال	بسته بندی	شستشو	سنگ زنی	خار زنی	مرغک زنی	خشن تراشی	ریخته گری	زمان سیکل (ثانیه)
۶۹,۱	۸۶	۸۳	۱۱۴	۸۹	۶۴	۶۵	۱۰۵	زمان سیکل (ثانیه)

اولین پرسش : زمان تکت کارخانه مهنا قطعه برای محصول میل بادامک پژو طبق رابطه (۱) چقدر است؟ [10]
(ثانیه) $25200 =$ یک ساعت - هشت ساعت کار در یک شیفت

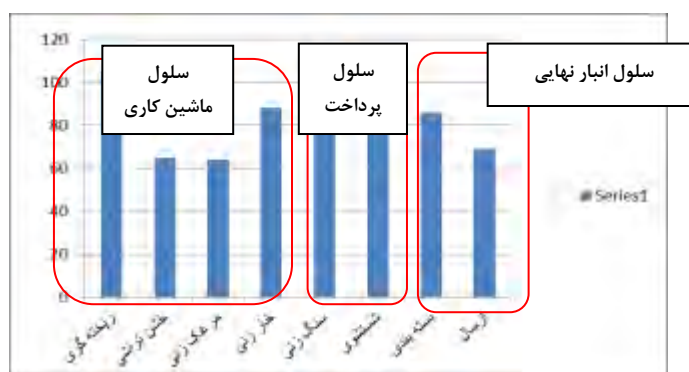
$$\text{زمان تکت} = \frac{\text{زمان کار}}{\text{تقاضا مشتری}} = \frac{25200}{370} \approx 68 \text{ Sec.}$$

(۱)

دومین پرسش: آیا کارخانه مهنا قطعه باید میل بادامک تولید شده را مستقیماً برای مشتری ارسال کند و یا آن را برای سوپر مارکت نهایی ارسال نماید ؟
با توجه به این موضوع که نوسانات تقاضای مشتری قابل پیش بینی نیست و محققین بر این باور هستند که ممکن است ، پیاده سازی وضع آینده نتواند با قطعیت، قابلیت های فرایند ها را به میزان کافی افزایش دهد؛ به همین منظور سوپر مارکتی برای محصول نهایی ایجاد نمودند، سپس به منظور تعیین ظرفیت تولید برای دوره های بعدی از پیش بینی ماهیانه مشتری استفاده کردند. سیستم ایجاد شده در واقع یک سیستم کشتی است که در آن کارخانه میزان تولید واقعی را به وسیله کانبانی تعیین و کنترل می کند که از سوپر مارکت محصول نهایی به سلول در بالای جریان ارسال می شود. می توان اندازه کانبان را یک پک؛ یعنی ۲۵ عددی (بین ۲۰ تا ۳۰ به علت نوسات غیر منتظره) تعیین کرد. به بیان دیگر روی هر پالت ۲۵ عدد میل بادامک همراه با کانبان قرار خواهد گرفت و هرگاه پالت میل بادامک ها از سوپر مارکت برداشته شود کانبان روی آن به سلول ماشین کاری (تولید) باز گردانده می شود. در شکل ۷ زمان تکت محاسبه شده، آورده شده است و همچنین بر اساس شکل ۸ و شبیه سازی در نرم افزار ارنا از سه حلقه سرعت ساز استفاده شد که باعث افزایش ظرفیت تولید و صرفه جویی در انرژی گردید.



شکل ۷- زمان تکت محاسبه شده در کارخانه مهنا قطعه (منبع: محققین)



شکل ۸- سلول های کاری در نظر گرفته شده در وضعیت مطلوب کارخانه مهنا قطعه (منبع: محققین)

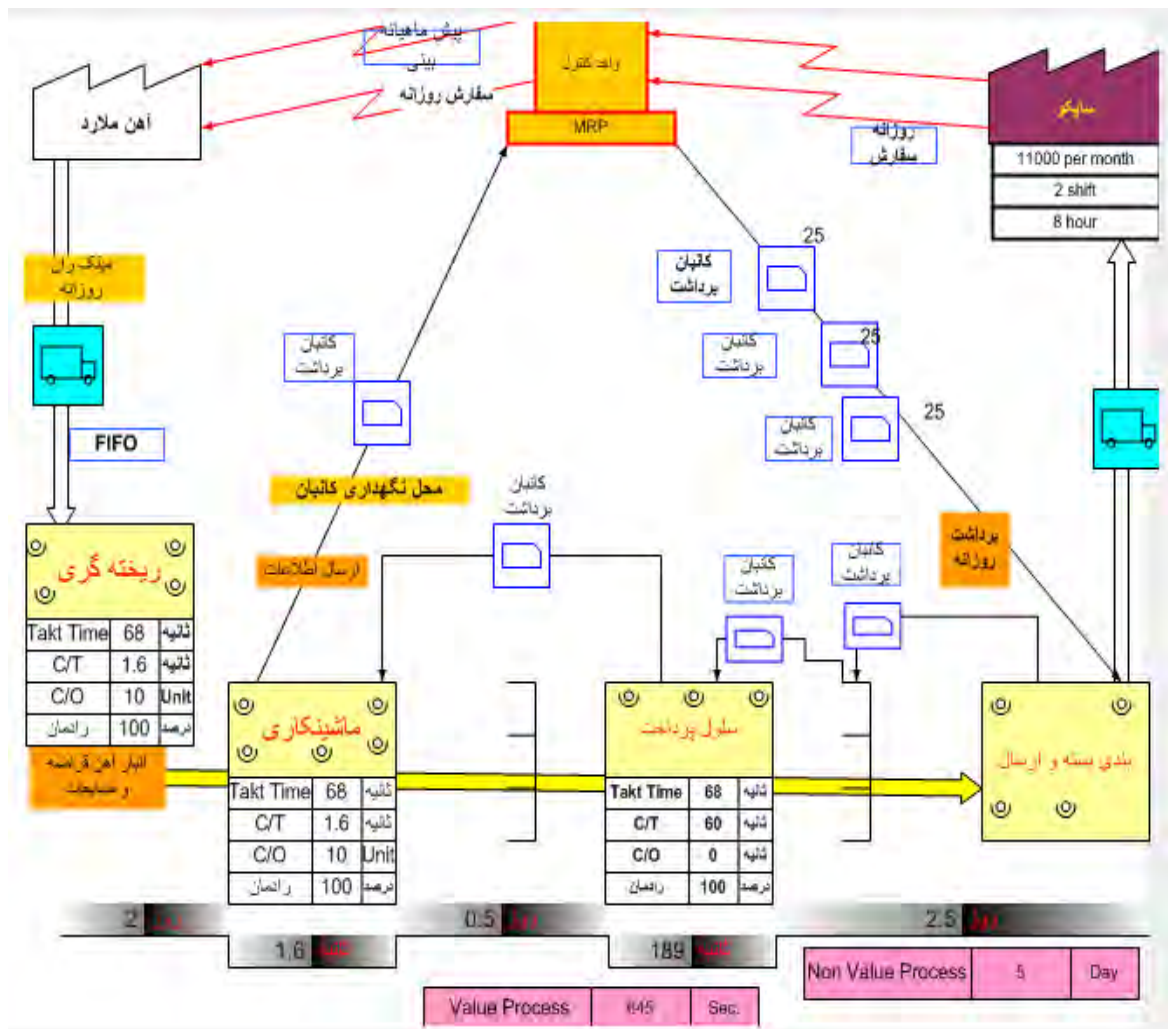
برای محاسبه تعداد اپراتور کافیست مجموع زمان های سیکل کاری را بر زمان تکت تقسیم نماییم و برای بدست آوردن تعداد قطعات تولید شد در وضعیت مطلوب در کارخانه مهنا قطعه کافیست که زمان خالص (بر حسب ثانیه) را بر زمان تکت تقسیم نماییم برای نمونه : (جدول ۵)

$$\begin{aligned} \text{مجموع زمان های سیکل کاری در دو فرایند سنگ زنی و شستشو} &= 114 + 83 = 197 \\ \text{تعداد اپراتور} &= 197 / 68 = 3 \\ \text{تعداد میل بادامک پژو ارسال شده در وضعیت مطلوب توسط شرکت} &= 366 \times (6,91) = 3600 \end{aligned}$$

جدول ۵- تعداد اپراتور در دو وضعیت مطلوب و موجود

ارسال	بسته بندی	شستشو	سنگ زنی	خار زنی	مرغک زنی	خشن تراشی	ریخته گری
۲	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۴
تعداد اپراتور در وضعیت موجود	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۴
ارسال	بسته بندی	سلول پرداخت	سلول ماشین کاری	ریخته گری	ارسال	بسته بندی	ارسال
۴	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۴
تعداد اپراتور در وضعیت مطلوب	۴	۳	۴	۴	۴	۴	۴

۹. ترسیم جریان ارزش در وضعیت مطلوب



شکل ۸- جریان ارزش در وضعیت مطلوب کارخانه مهننا قطعه (منبع: محققین)

بر اساس محاسبات انجام شده تعداد میل بادامک ارسالی به ساپکو در وضعیت مطلوب ۳۶۶ عدد به دست آمد؛ که با تقاضای شرکت که ۳۷۰ عدد می باشد مطابقت دارد (البته با کاهش چشمگیری از WIP). امکان دارد این سؤال مطرح شود که این عدد با عدد ارسالی در وضعیت موجود تقریباً برابر است که در پاسخ به آن می توان گفت که در شرایط مطلوب با پرسنل کمتر و کالای نیمه ساخت کمتر ارسال کالای درخواستی انجام می شود، در صورتیکه قبلاً شرکت مهننا قطعه برای به روز نگه داشتن خود در پاسخگویی مکفی به ساپکو از موجودی احتیاطی فراوان استفاده می کرده است. نتیجه محاسبات به منظور مقایسه در جدول ۶ ارایه شده است. با عنایت به اینکه در مورد فرسودگی دستگاه ها اقدامی انجام نشده و با علم بر اینکه تمام شرایط بهینه سازی بطور کامل مهیا نمی شود، معمولاً زمان تکت را مقداری کمتر از عدد محاسبه شده در نظر می گیرند به عنوان مثال بجای عدد ۶۸ ثانیه می توان عدد ۶۵ ثانیه را در نظر گرفت، با این زمان تکت شرکت قادر خواهد بود ۳۸۴ قطعه میل بادامک پژو را ارسال نماید.

جدول ۶- مقایسه تعداد WIP در قبل و بعد از طراحی مجدد

با زمان تکت ۶۸ ثانیه		ریخته گری	ماشین کاری	پرداخت	بسته بندی و ارسال (انبار محصول نهایی)		
زمان خالص کاری (ساعت) بعد پیاده سازی سلول		۶,۹	۶,۳	۶,۸۷	۶,۹۴		
تعداد قطعات تولیدی (عدد)		۳۶۴	۳۳۸	۳۶۳	۳۶۶		
WIP (در وضعیت مطلوب)		۲۶	صفر	۲۵	۲۹		
تعداد WIP وضعیت موجود	ریخته گری	خشن تراشی	مرغک زنی	خار زنی	سنگ زنی	شستشو	ارسال
	۱۱	۱۵۶	۴۹	۸۴	۰	۶۷	۱۳۴

جدول ۸- تعداد قطعات میل بادامک پژو تولید شده در وضعیت مطلوب (زمان تکت ۶۵ ثانیه)

با زمان تکت ۶۵ ثانیه		ریخته گری	ماشین کاری	پرداخت	بسته بندی و ارسال (انبار محصول نهایی)	
زمان خالص کاری (ساعت) بعد پیاده سازی سلول		۶,۹	۶,۳	۶,۸۷	۶,۹۴	
تعداد قطعات تولیدی (عدد)		۳۸۲	۳۴۹	۳۸۰	۳۸۴	
WIP (در وضعیت مطلوب)		۳۳	صفر	۳۱	۳۵	

۱۰. نتیجه گیری

به طور کلی هدف طراحی مجدد فرایند ها بهره گیری از روش هایی است که باعث افزایش ظرفیت تولید ، کاهش اتلاف ها ، ایجاد ارزش، کاهش زمان طراحی، ساخت ، توزیع و فروش یک محصول می شود؛ که نتیجه آن بهبود وضعیت رقابتی است که این مستلزم تفکری مبتنی بر حس مسئولیت در تمامی ارکان سازمان اعم از مدیریت و کارکنان است. در شرکت مهنا قطعه با هدف پیاده سازی سیستم تولید سلولی و بررسی شرایط اجرای آن باز طراحی فرایند ها در مورد فرایند های مشابه شبیه سازی گردید. با بررسی های انجام شده مشخص گردید که به دلیل عدم هماهنگی بین فرایند های تولیدی، یک نامنظمی در تولید میل بادامک (پژو) وجود دارد؛ برای رفع این مشکل بعد از ترسیم جریان ارزش توسط نرم افزار VSM و همچنین پیاده سازی آن در نرم افزار ارنا (Arena)؛ تصمیم گرفته شده با تغییر چیدمان و طراحی مجدد فرایند ها از طریق سیستم کششی و تدوین برنامه تولید یک هماهنگی بین فرایند ها ایجاد شود و بر اساس زمان تکت محاسبه شده (۶۸ ثانیه) فرایند هایی که امکان قرار گیری در یک سلول کاری را دارند در یک سلول استقرار یابند. نتیجه این کار باعث گردید ضمن کاهش کالای نیمه ساخته، مقدار تولید میل بادامک در واحد ساعت از ۲۰ عدد به ۳۰ عدد افزایش یابد (افزایش ۳۳ درصدی؛ (۲۰/۳۰) - ۱) که با این تغییر شرکت مهنا قطعه قادر است با صرف هزینه و نیروی انسانی کمتر پاسخگوی تقاضای مشتری (شرکت ساپکو) خود باشد. در مجموع پیاده سازی اقدامات فوق در شرکت مهنا قطعه باعث یک

هموار سازی در خط تولید میل بادامک پژو گردید. زیرا در جریان تولید وجود کالای نیمه ساخته ضمن راکد ساختن سرمایه و تحمیل یک سری هزینه های اضافی باعث جلوگیری از حرکت روان جریان تولید می گردد.

۱۱. منابع

۱. احمدی، م. و صادقی دولت آبادی، ع. (۱۳۹۲)، "ارزیابی درجه نابی با رویکرد سلسله مراتبی مطالعه موردی: ناحیه نورد سرد شرکت فولاد مبارکه اصفهان"، دومین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم ها.
۲. آذر، ع. و جهانیان، س. (۱۳۹۴)، "مهندسی مجدد فرایند های کسب و کار، مفاهیم و مطالعات کاربردی"، انتشارات سمت، تهران، صفحات ۷-۱۵.
۳. ادگی، ع. (۱۳۸۵)، کانبان ابزاری کیفی در تولید ناب، دومین کنفرانس لجستیک و زنجیره تامین، تهران.
۴. انتظامی، ش. و خراسانی، ع.، آموزش شبیه سازی عملیات با ارنا، انتشارات ناقوس اندیشه، تهران، ۱۳۹۱.
۵. برادران س.، فتاحی د. و دارائی م. (۱۳۹۴)، "بررسی سطح آمادگی شرکت ایران ترانسفو ری برای اجرای سیستم تولید ناب"، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۷، شماره ۲، تابستان، صفحات ۲۴۳-۲۵۸.
۶. پورکنعانی، ی.، آریانزاد، م.، جعفری، زرنندینی، ی.، طبری، م. و توکلی مقدم، ر. (۱۳۸۹)، "حل یک مسأله زمان بندی چند هدفه جدید در سیستم تولید سلولی با استفاده از یک الگوریتم تلفیقی"، مجله پژوهشی مدیریت تولید و عملیات، دوره دوم، پیاپی (۳)، شماره (۲)، صفحات ۱۸ - ۱.
۷. جعفرنژاد، ا.، احمدی، ا. و ملکی م. (۱۳۹۰)، ارزیابی تولید ناب با استفاده از رویکرد ترکیبی از تکنیک های ANP و DEMATEL در شرایط فازی، نشریه مدیریت صنعتی، دوره هشتم، شماره بیست، صفحات ۲۰-۱.
۸. طلوعی اشلقی، ع.، معتدل، م. و احتشام راثی، ر. (۱۳۸۸)، "ارایه مدل تحلیلی در استقرار نظام تولید ناب، مطالعه موردی: صنعت چرم و کفش استان تهران"، نشریه پژوهشگر (مدیریت) دوره ۶، شماره ۱۳، صفحات ۳۶-۴۵.
۹. زندیه، م. و عیوق، ا. (۱۳۹۴)، "اثر برنامه های گردش شغلی سلولی بر عملکرد سلول ناب"، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۷، شماره ۴، صفحات ۷۸۵-۸۱۲.
۱۰. متقی، ه.، مدیریت تولید و عملیات، انتشارات پاتریس، ۱۳۸۷.
۱۱. مایل رادر، جای شوک، آموزش دیدن، انتشارات آموزه، چاپ اول، ۱۳۸۵.
12. Cabral, I., Grilo, A. & Cruz-Machado, V. (2012). A decision-making model for lean, agile, resilient and green supply chain management, International Journal of Production Research, 51(17): 4331- 4345.
13. Hazri, M. Rusli and Ahmed Jaffar. (2014). Implementation of Lean Manufacturing through Supplier Kaizen Framework - A Case Study Proceedings of International Conference On Innovations, Recent Trends And Challenges In Mechatronics, Mechanical Engineering And New High-Tech Products Development –MECAHITECH'11, vol. 3
14. Lotfi, M., Sodhi, M. & Kocabasoglu-Hillmer, C. (2013). How efforts to achieve resiliency fit with lean and agile practices, Proceedings of the 24th Production and Operations Management Society, Denver, USA. 1-9.
15. Rahman, Nor Azian, Sharif, Sariwati (2013) Lean manufacturing case study with Kanban system implementation, Procedica economics and finance, vol 7, pp 174-131.
16. Sukwadi, R., Wee, H. & Yang, C. (2013). Supply chain performance based on the lean-agile operations and supplier-firm partnership: An empirical study on the garment industry in Indonesia, Journal of Small Business Management, 51(2): 297- 11.
17. William F., Lean Manufacturing Tools, Techniques, and How to Use Them, Pages 105-106