



## مدل شبیه سازی و اندازه گیری و بهبود بهره وری با استفاده از نقشه جریان ارزش (مطالعه موردی: شرکت قطعه سازی خودرو)

هانیه حامدی حاجی بابا

دانشجو مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

امیرعزیزی

استادیار، گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

مواجهه با چالش های روز افزون همچون جهانی شدن بازار، رقابت فزاینده و افزایش انتظارات مشتریان، سازمان ها را مجبور به اتخاذ استراتژی هایی در جهت بهبود عملکرد کلی و داشتن مزیت رقابتی در بازار جهانی می کند. به منظور کاهش هزینه ها، ایجاد ظرفیت، فروش بیشتر و رقابتی ماندن در بازار جهانی در حال رشد، حذف اتلاف و افزایش کارایی ضروری است. در این پژوهش، یک شرکت تولیدی در خصوص ساخت شیشه بالابر خودروهای کارخانه سایپا مورد ارزیابی قرار گرفت. از نقشه برداری جریان ارزش فعلی به منظور شناسایی نقاط ضعف و بالقوه جهت بهبود فرایند تولید در کارخانه استفاده شده است. در این نقشه از ابزارهای تولید ناب جهت حذف اتلاف های سیستم تولید استفاده گردید. با ایجاد سوپرمارکت و هموارسازی ترکیب تولید میزان جریان موجودی در حین ساخت و مدت زمان انبارداری کاهش پیدا کرد و نقشه جریان ارزش آتی (بهبود یافته) طراحی و راهکارهایی برای بهبود وضعیت فعلی پیشنهاد شد. به منظور شناسایی مزایای حاصل از ابزارهای تولید ناب در نقشه برداری جریان ارزش، دو مدل شبیه سازی برای وضع موجود و وضع آتی ایجاد و معیارهایی همچون زمان ارزش افزوده، زمان تحویل و موجودی در جریان ساخت در دو مدل مقایسه شدند و نتایج این بهبود منجر به کاهش زمان تحویل از ۲۶ روز به ۲ روز، تغییر سیستم تولید فشاری شرکت به سیستم کششی، افزایش راندمان با نرخ رشد ۲۰ درصد، و کاهش موجودی های در جریان ساخت شد.

واژگان کلیدی: تولید ناب، نقشه جریان ارزش، شبیه سازی



## ۱- مقدمه

امروزه در دنیای صنعت، به روزرسانی و استفاده از ایده‌های نو و تکنیک‌های جدید، نخستین گام برای باقی ماندن هر نوع واحد تولیدی در عرصه رقابتی بازار پر فراز و نشیب است (مهربان، ۱۳۸۶). در سناریوی حاضر، صنعت خودرو یکی از صنایع تولیدی برتر در سراسر جهان محسوب می‌شود. این صنعت از نظر تغییر، اساسی‌ترین ایده‌ها و افکار ما در مورد فعالیت‌های تولیدی نقش حیاتی ایفا می‌کند (وومک و جونز، ۱۹۹۶). یکی از دلایل عدم رقابت پذیری صنعت خودرو در داخل کشور، مدیریت نادرست در تامین قطعات اولیه و حمل آنها به شرکت‌های خودروساز داخلی است. در گذشته، رویکرد شرکت‌های تولیدی، تمرکز بر مدیریت داخلی شرکت و بهبود وضعیت موجود در آن بود، این در حالیست که امروزه، شرکت‌های پیشرو به این نتیجه رسیده‌اند که علاوه بر مدیریت داخلی شرکت، مدیریت عناصر زنجیره تامین محصولاتشان نیز نقش به سزایی در افزایش رقابت پذیری محصول نهایی دارد. کاهش قابل ملاحظه هزینه‌ها، افزایش کیفیت محصولات، تحویل به موقع خدمات و محصولات به مشتریان و بهبود وضعیت نیروی انسانی از جمله چالش‌های سازمان‌ها است. سازمان‌ها ناچارند برای جهانی شدن و رقابت در این عرصه همگام با تجارت جهانی از تکنولوژی و تکنیک‌های جدید بهره‌گیرند و باید به دنبال اصول و روش‌هایی باشند که با بیشترین کارایی تحقق این امر را برای آنها ممکن سازد (محمودزاده، ۱۳۹۱). اصول تولید و تفکر ناب یکی از بهترین روش‌هایی است که در این راستا میتوان از آن بهره گرفت. این تکنیک در برگیرنده راهبردهایی برای بهبود عملکرد تولید است (ونک، ۲۰۱۳).

تفکر ناب شیوه‌ای را فراهم می‌کند که از طریق آن بتوان با منابع کمتر، تجهیزات کمتر، زمان کمتر، فضای کمتر، به بیشترین‌ها دست یافت. تمرکز اصلی فلسفه ناب کاهش اتلافات در صنعت برای افزایش ارزش مشتری و در نتیجه رقابتی‌تر شدن سازمان است (لیکر، ۱۹۹۸). برای مثال Aditya Sharma (۱۹۹۸) و در سال ۲۰۱۷، نشان داد که سیستم ناب می‌تواند به صنعت قطعات خودرو هند در حذف ضایعات، بهبود پایداری فرآیند، حفظ کنترل بهتر موجودی، کاهش هزینه‌های مرتبط و افزایش کارایی تولید کمک کند. نخستین گام برای پیمایش مسیر ناب بودن، بررسی توالی‌های عملیاتی و تجزیه و تحلیل جز به جز تمام ارکان سیستم تولید، به منظور شناسایی اتلاف‌های هفت‌گانه در یک واحد تولیدی است.

اتلاف‌های فعالیتی است که هیچ ارزش افزوده‌ای به محصول نهایی یا جنبه‌های مشتری نمی‌دهد بر اساس اوونو، اتلافات را می‌توان به هفت دسته طبقه‌بندی کرد. (وومک و جونز، ۱۹۹۷) که میتوان آن‌ها را اتلاف حاصل از تولید مازاد- حرکت اضافی - موجودی غیر ضروری- اتلاف حاصل از تولید کالای معیوب - زمان انتظار- حمل و نقل و فرآیند اضافی تولید ذکر کرد در این راستا یکی از ابزارهای قدرتمند اصلی مورد استفاده در ناب و شناسایی اتلافات نقشه جریان ارزش است. (عبدملک و همکاران، ۲۰۰۷) نقشه برداری جریان ارزش برای نمایش تصویری جریان مواد و اطلاعات در فرایند تولید است. هدف از نقشه برداری جریان ارزش، مشخص کردن فعالیت‌های ارزش‌زا و فعالیت‌های فاقد ارزش است.

همانطور که گفته شد تولید ناب یک استراتژی مدیریتی و رویکردی جهت شناسایی و حذف مودها (منابع اتلاف) برای حداقل نمودن هزینه‌ها و حرکت به سوی بهره‌وری و تعالی سازمانی میباشد. این تفکر نگرشی است برای افزایش بهره‌وری و ارزش‌آفرینی مستمر و حداقل کردن هزینه‌ها و اتلافات. بنابراین هر واحد تولیدی سعی بر آن دارد تا به این مفهوم و تعالی‌خواهی دست یابد؛ یا به عبارت بهتر مهم‌ترین هدف یک سازمان یا سیستم تولیدی، افزایش بهره‌وری در تمام ارکان خود است. نظر به تعاریف فوق دستاوردهای حاصل از استقرار تولید ناب همراه پیاده‌سازی برنامه‌هایی جهت بهبود بهره‌وری نیروی کار و مواد میتواند شامل کاهش هزینه‌های محصول، بهبود عملکرد تولید، و کاهش مصرف منابع در واحد تولید شود. در این راستا عملکرد بهره‌وری همیشه یک جنبه مهم در تولید بوده است. و اندازه‌گیری آن برای بهبود عملکرد یک شرکت ضروری است (Adedoyin, Rasak Adedapo, 2015). برای بهره‌وری بالاتر باید ضایعات به هر شکلی که وجود دارد از قبیل ضایعات در



مواد، ماشین آلات، زمان، نیروی انسانی، فضا و دیگر اشکال آن شناسایی و حذف شود. فرآیند هایی که موجب ایجاد ارزش افزوده نمی‌شوند باید شناسایی و از چرخه تولید کنار گذاشته شوند.

محاسبه بهره‌وری یک شرکت تحلیل چگونگی تغییر آنها در گذر زمان، نه تنها اطلاعات وسیعی از چگونگی به کارگیری منابع در اختیار ب هم‌منظور دستیابی به خروجی های موردنظر ارائه مینماید، بلکه عامل مؤثری در تصمیم‌گیری ها و سیاست گذاری های آتی به منظور بهبود عملکرد شرکت و ارتقاء شاخص های بهره‌وری میباشد .

## ۲- روش تحقیق

شرکت سالار گستر از تولید کننده ماشین آلات کشاورزی در دهه ی شصت به یکی از ده قطعه ساز اصلی در صنعت خودرو تبدیل شده استاین شرکت از سال ۱۳۷۹ با نام شرکت تولید قطعات سالار گستر ، فعالیت خود را در زمینه تولید قطعات الکترو مکانیک خودرو آغاز نمود . همچنین از ۱۳۸۰ تولید محرک قفل پیکان و مدولار پراید را شروع نمود و در ادامه از سال ۱۳۸۴ محصولات رله تایمر و شیشه بالابر پراید در سبد کالایی این شرکت قرار گرفت برای رسیدن به بهبود در جریان ارزش محصولات گام های زیر در شرکت سالار گستر بکار گرفته شد که نتایج آن را در بخش وضع موجود و مطلوب می توان ملاحظه کرد :

الف ) ترسیم نقشه وضع موجود فرآیندها و یا سیستم تولیدی

ب) تصمیم‌گیری در مورد این که چگونه سیستم موجود را می‌بایستی

ج ) ترسیم نقشه وضع مطلوب با در نظر گرفتن تغییرات تعریف شده

برای آغاز بهتر است که بر یک خانواده محصول معین متمرکز شد همیشه باید به یاد داشت که مشتری به محصول مورد نظر خودش اهمیت میدهد نه به کل محصولات تولیدی کمپانی. بنابراین نقشه برداری جریان ارزش یعنی مشاهده و ترسیم گام های پردازش گر برای یک خانواده محصول از هنگام ورود به کارخانه تا زمان خروج از کارخانه که محصول به دست مشتری میرسد . گام نخست ترسیم نقشه وضع موجود میباشد که با جمع آوری اطلاعات از کف کارگاه آغاز می گردد. هنگامی که نقشه وضع موجود ترسیم می گردد باید از سطح فرآیند به فرآیند فقط در یک کارخانه از کمپانی کار را آغاز نمود . بعد از ترسیم نقشه در این سطح می توان به مراحل جلوتر تمرکز و نقشه را در سطح هر فرآیند ترسیم کرد و یا به عقب رفته و نقشه را در سطح چندین کارخانه و یا حتی چندین شرکت ترسیم نمود . برای آغاز ترسیم ابتدا مشتری ( ها ) مشخص می شود و در قسمت بالا سمت راست کاغذ به همراه داده های مورد نیاز در ارتباط با او ترسیم می گردد . سپس فرآیندها مشخص و حرکت مواد از چپ به راست در نیمه پایینی نقشه بر اساس توالی گام های پردازش گر ترسیم می شود و داده های مربوطه مانند زمان چرخه " ، زمان تبدیل " ، زمان کار و سایر اطلاعات مورد نیاز از کف کارگاه جمع آوری می گردند . همواره باید به یاد داشت که تفکیک کننده فرآیندها از یکدیگر در ترسیم نقشه ، انبار می باشد . یعنی جایی که بین دو فرآیند انبار موقتی ایجاد نمی شود فرآیندها به صورت یکپارچه ( یک فرآیند ) ترسیم می گردند . حال تأمین کننده ( گان ) فرآیند مشخص و در قسمت سمت چپ بالای کاغذ به همراه اطلاعات مربوطه ترسیم می گردد . سپس جریان اطلاعات در نیمه بالایی نقشه به صورت پس روانه " از مشتری به کارخانه و سپس تأمین کننده ( گان ) ترسیم می گردد . با تکمیل شدن نقشه وضع موجود می توان درک کرد که فرآیندها چگونه و چه چیزی را در چه زمانی برای فرآیند مشتری تولید نمایند . حال می توان به این نکته پی برد که در شرکت ، در وضع موجود ، جابجایی مواد تحت رانش تولید کننده صورت می گیرد نه کشش مشتری که این امر باعث ایجاد انبار ، جلوگیری از حرکت هموار تولید و در کل فاصله گرفتن از تولید ناب می شود . در مرحله آخر از طراحی نقشه وضع موجود با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده خط زمان در پایین ترین قست



کاغد ترسیم می گردد. زمان باقی ماندن قطعات در انبار از طریق تقسیم قطعات مشاهده شده در انبار بر تقاضای روزانه مشتریان به دست می آید

### ۳- یافته ها

#### ۳-۱ نقشه وضع موجود

طبق توضیحات گفته شده جهت طراحی نقشه وضع وجود اطلاعات لازم از کف کارگاه جمع آوری شد. فرآیند تولید محصول شیشه بالابر عقب و جلو در نظر گرفته شد

مشتری شرکت (سایپا)، نیازهای خود را بصورت شش ماهه پیش بینی کرده و با مدیر شرکت سالارگستر قرارداد میبندد و در اختیار شرکت قرار می دهد. سپس مجدد این پیش بینی ها را بطور ماهانه بازبینی کرده و سفارش ماهانه نیازهای خود را از طریق کارشناس خود به شرکت سالار ارسال می کنند. شرکت سالارگستر نیز با توجه به ظرفیت تسهیلات شرکت (موجودی مواد خام و ظرفیت هر یک از واحدها) برنامه ریزی تولید محصولات را تهیه می کند. این زمانبندی نیز منعطف بوده و بر مبنای نیاز بصورت روزانه بهنگام می شود.

بطور میانگین، تقاضای مشتری بطور کلی ۲۴۰۰ شیشه بالابر در ماه می باشد. ۹۶۰ عدد در روز همانطور که در سمت چپ نقشه وضع موجود در شکل مشاهده میشود. تأمین کنندگان، مواد اولیه را هر ۲۰ روز به انبار شرکت ارسال مینمایند تا به تدریج مورد، استفاده قرار گیرند.

حمل و نقل و تحویل محصولات به سایپا توسط تریلی و بصورت روزانه انجام می شود. تعداد روزهای کاری شرکت ۲۵ روز در ماه و دردو شیفت ۸ ساعته می باشد. زمان استراحت در هر شیفت ۱ ساعت است. در صورت نیاز یک شیفت کوتاه به عنوان اضافه کاری به زمان در دسترس تولید اضافه می شود. تمامی داده های نقشه وضع موجود بر اساس پیشنهادات ارائه شده توسط رادر و شوک (۱۹۹۹) جمع آوری شده است. جمع آوری داده های مربوط به جریان مواد از بخش ارسال شروع شده و بصورت برگشت به عقب تمامی فرایندها را دربرگرفته است این داده ها شامل سطح موجودی در فرایند تعداد کارگران و زمان تبدیل هر دستگاه میباشد که در جدول زیر خلاصه شده است

نقشه وضع موجود با فرآیند برش ریل آغاز شده و با واحد حمل محصولات به پایان می رسد. محصولات در سراسر فرآیندهای مختلف بصورت فشاری حرکت می کند. در نقشه وضع موجود، باکس های کوچک نشان دهنده فرآیند بوده و اعداد داخل آنها تعداد اپراتور هر فرآیند را نشان می دهد. همچنین هر فرآیند یک باکس داده در زیر خود دارد، که این باکس ها شامل داده هایی همچون زمان چرخه فرآیند (CT)، زمان تبدیل میباشد. لازم به ذکر است تمامی این داده ها از طریق مشاهده مستقیم فرآیند و مصاحبه با سرپرستان هر ایستگاه جمع آوری شده است. و با مشاهده نقشه جریان ارزش وضع موجود، مثلث های کوچکی قبل از هر فرآیند می بینیم که این مثلث ها نمایانگر میزان موجودی قبل از هر فرآیند می باشد. حجم انبار پای کار در طول روز متفاوت است و عدد ثبت شده میانگین تعداد قطعات پایکار میباشد.

با جمع آوری داده های مربوط به جریان اطلاعات و مواد، همانطور که در نقشه وضع موجود می بینید، آنها را بوسیله فلش هایی به یکدیگر متصل می کنیم که این نشان دهنده آن است که هر ایستگاه کاری برنامه زمان بندی تولید خود را به چه صورت از واحد برنامه ریزی تولید دریافت می کند. خط زمانی در پایین نقشه وضع موجود دو جزء دارد. جزء اول زمان تحویل تولید (به روز) بوده که مجموع موجودی های قبل از هر فرآیند می باشد. زمان تحویل هر موجودی از تقسیم اندازه موجودی بر نیازمندی های روزانه مشتریان بدست می آید.

کل زمان تحویل تولید مشاهده شده ۲۶ روز می باشد. دومین عنصر خط زمانی، زمان ارزش افزوده (یا زمان پردازش) می باشد که این زمان ۸۹۵ ثانیه می باشد. این زمان از جمع زمان پردازش هر فرآیند در طول جریان ارزش محاسبه می شود. زمان چرخه هر فرآیند، بالاترین زمان چرخه مشاهده شده می باشد.

- برای بهبود و حرکت در جهت تولید ناب و طراحی نقشه وضع مطلوب به موارد زیر توجه نمود :
- ✓ در تولید ناب تمامی تلاش بر این است که کاری کنیم تا هر فرآیندی فقط چیزی را بسازد که فرآیند بعدی بدان نیاز دارد بدین خاطر از زمان تکت استفاده می شود و تولید در این زمان انجام می پذیرد .
  - ✓ در هر جا که ممکن باشد می بایست در فرآیندها جریان مستمر ایجاد نمود برای کنترل تولید در آنجا که جریان مستمر ، جریان بالا را در بر نمی گیرد از سوپرمارکت ها یا مسیر FIFO با استفاده از کانبان استفاده نمود
  - ✓ برنامه مشتری را باید به فرآیند سرعت ساز ( پایین ترین و نزدیکترین فرآیند مست مستمر نزدیک به مشتری ) داد تا برنامه تولید به صورت کششی به سایر فرآیندها منتقل شود و نه فشاری .
  - ✓ تولید کالاهای مختلف را باید از نظر زمانی به طور یکسان در فرآیند سرعت ساز توزیع نمود. این کار به معنی توزیع تولید اجناس مختلف به صورت یکسان در بعد زمانی است .
  - ✓ در فرآیند سرعت ساز می بایستی مقادیر کم و ثابتی از کار خالی و برداشت کرد تا اولین حلقه کشش به وجود آید . برای این کار می توان از جعبه هموارسازی بار استفاده نمود
  - ✓ با کاهش زمان تبدیل و راه اندازی دسته های کوچک تر در فرایند های بالاتر . باید این استعداد و توانایی را پرورش داد که هر قطعه ای را هر روز ، سپس در هر شیفت و آنگاه در ساعت و با هر بالت و هر کام ، در فرآیند تولیدی جریان بالای سرعت ساز ساخت

با استفاده از این نکات ، تغییرات مورد نیاز در فرآیندها جهت حرکت به سمت تولید ناب در نظر گرفته شده و نقشه وضع مطلوب ترسیم می گردد

### ۳-۲ ترسیم نقشه مطلوب

ترسیم نقشه وضع مطلوب مبنای تولید ناب تولید در زمان ناب می باشد که عبارت است از زمان در دسترس ماهیانه تقسیم بر تعداد محصول مورد نیاز در ماه . در این مطالعه با استفاده از زمان تکت ۵۳ ثانیه که حاصل تقسیم زمان در دسترس ( ۲۵ روز کاری ۸ ساعته ) بر تقاضای ماهیانه ۲۴۰۰ واحد می باشد به طراحی سلولهای کاری پرداخته شده و نقشه وضع مطلوب شکل ۳-۲ به دست آمده است.

همان گونه که در نقشه وضع مطلوب شکل مشاهده می شود پیش بینی تقاضا توسط کنترل تولید انجام شده و پیش بینی ۶ هفته ای برای تأمین کنندگان فرستاده می شود . تأمین کننده نیز به صورت روزانه مواد را برای شرکت ارسال نموده و این مواد در سوپرمارکت ها قرار می گیرند.

چیدمان واحدهای تولیدی ، سلولی شده و یک سلول شامل برش و پرس سلول دیگر شامل جوشکاری که محصول این سلول به ایستگاه مونتاژ کابل/مونتاژ/تست و بسته بندی که بایکدیگر ادغام شده اند میرود و سلول تزریق همزمان به سلول های الکتروموتور و مونتاژ ارسال میشود. مواد مورد نیاز توسط کارت های کانبان برداشت می شوند که کارت های برداشت شده جهت جایگزینی مواد به مرحله قبل فرستاده می شوند تا تولید به میزان برداشت شده صورت پذیرد و این روال به سمت ابتدای پروسه ها ادامه می یابد ، یعنی هر سلول مواد را از سوپر مارکت برداشت می نماید و کارت کانبان آن را به مرحله قبل فرستاده تا تولید به میزان برداشت شده صورت پذیرد . مواد ورودی تماماً از سوپرمارکت ها برداشت شده و پس از پردازش در سوپرمارکت بعدی قرار می گیرد . برنامه تولید توسط واحد کنترل تولید به آخرین سلول پیوسته یا همان فرآیند سرعت ساز فرستاده می شود . پس از مرحله نهایی مونتاژ مواد در سوپرمارکت نهایی به مدت حدوداً یک روز قرار گرفته و بر اساس تقاضای مشتری توسط یک ایراتور به واحد ارسال حمل می

گردد. درخواست ارسال شده توسط مشتری از سوپرمارکت برداشت شده و کارت کانبان آن جهت جایگزینی محصول به مرحله قبل فرستاده می شود بنابراین تولید بر اساس نیاز مشتری صورت می پذیرد. اطلاعات مربوط به فرآیندها در جداول زیرین هریک از آنها آورده شده است.

در خط زیرین نقشه نیز زمان های انتظار و ارزش افزوده آورده شده است:  
 زمان انتظار: ۲ روز، زمان ارزش افزوده ۱۰۷۵ ثانیه

در نقشه وضع مطلوب قابل مشاهده است که با ترکیب برخی از واحدهای کاری و تبدیل آنها به سلول های کاری تعداد کارگر مورد نیاز و زمان انتظار به طور شایانی کاهش پیدا کرده است. در بهبود وضعیت موجود استفاده از کارت های کانبان تأثیر زیادی بر نحوه مدیریت جریان قطعات داشته و تولید هنگامی صورت می گیرد که به قطعه ای نیاز باشد یعنی انار و تولید کاملاً تحت کنترل کانبان می باشد سلول آخر نیز به عنوان فرایند سرعت ساز در نظر گرفته شده است که این عت تولید بر اساس تقاضای کشش مشتری می گردد

برای مقایسه وضع موجود و مطلوب بر اساس نقشه های جریان ارزش جدول شماره ۳-۱ ارائه شده است  
 پس از طراحی نقشه وضع مطلوب، در جهت بهبود و پیاده سازی تغییرات مورد نیاز اقدام می گردد. بهترین حلقه برای شروع عملیات تغییر همان حلقه سرعت ساز است. برای کنترل و اجرای این تغییرات می توان از فنون برنامه ریزی و کنترل پروژه استفاده نمود. این مطالعه به طراحی وضع مطلوب محدود شده و برای نشان دادن کاربردی بودن آن، از نرم افزار شبیه سازی استفاده شده است.

### ۳-۳ شبیه سازی

شبیه سازی مدل های وضع موجود و وضع بهبود یافته توسط نرم افزار شبیه سازی Arena v14 انجام شده است. لازم به ذکر است که بعلا زمان بسیار کم حمل و نقل بین ایستگاه ها از زمان حمل و نقل در مدلسازی صرف نظر گردیده است

#### ۳-۳-۱ شبیه سازی وضع موجود

پس از رسم نقشه های جریان ارزش، در این مرحله نوبت به شبیه سازی هر نقشه توسط نرم افزار شبیه سازی ARENA می رسد. برای شبیه سازی لازم است تا توزیع متناسب با هر فرآیندی انتخاب و شناسایی شود. بدین صورت که داده هایی که از راه زمانسنجی در ابتدای کار بدست آمده به صفحه ی input analyzer نرم افزار ارنای منتقل شده و برای هر فرآیند، مناسب ترین توزیع، انتخاب شده است

وضعیت موجود و مطلوب ترسیم شده توسط نرم افزار ARENA برای ۶ روز کاری ۸ ساعته شبیه سازی شد

#### ۳-۳-۲ شبیه سازی وضع مطلوب

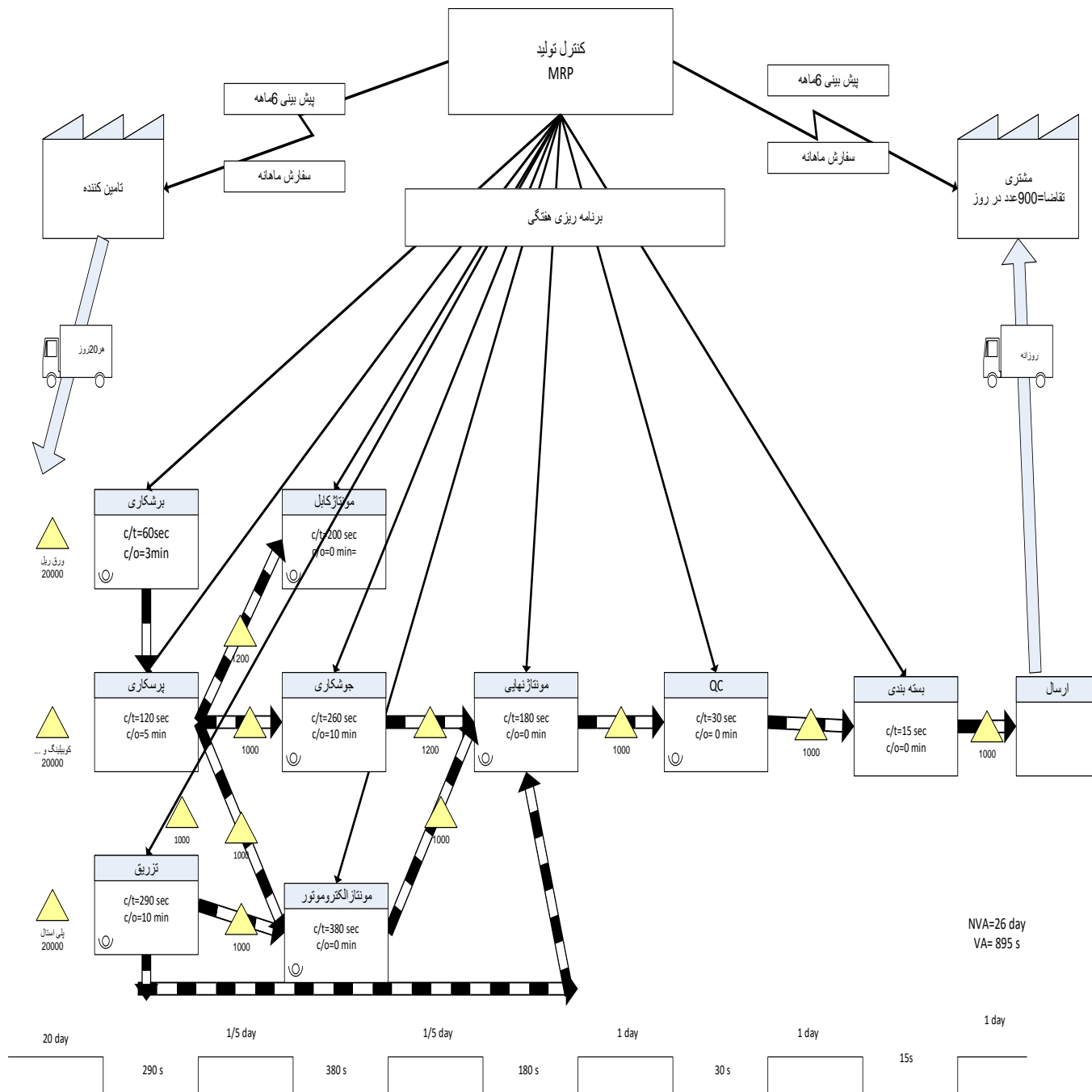
شبیه سازی وضع بهبود یافته بر اساس نقشه جریان ارزش وضع بهبود یافته مدلسازی شده است. در نقشه جریان ارزش وضع بهبود یافته، اتلاف های فرآیند با استفاده از ابزارهای تولید ناب حذف یا به حداقل ممکن کاهش یافته اند. بنابراین مدل شبیه سازی وضع بهبود یافته با اعمال تغییرات صورت گرفته در مدل شبیه سازی وضع موجود ایجاد می شود. مدلسازی وضع بهبود یافته در مدل طراحی شده است. بخشی از گزارش های بدست آمده توسط این نرم افزار در جدول ۳-۲ و ۳-۳ آورده شده

است. گزارش مربوط به منابع و زمان انتظار نیز در شکل ۳-۳ و ۴-۳ آورده شده است

نتایج حاصل از مقایسه وضع فعلی و مطلوب نیز در جدول ۴-۳ آورده شده است که نتایج نشان می دهد در زمینه معیار های زمان تحویل تولید و موجودی در جریان ساخت کاهش داشته ایم و در زمینه زمان ارزش افزوده افزایش. که نشان از بهبود سیستم جدید نسبت به قبلی است

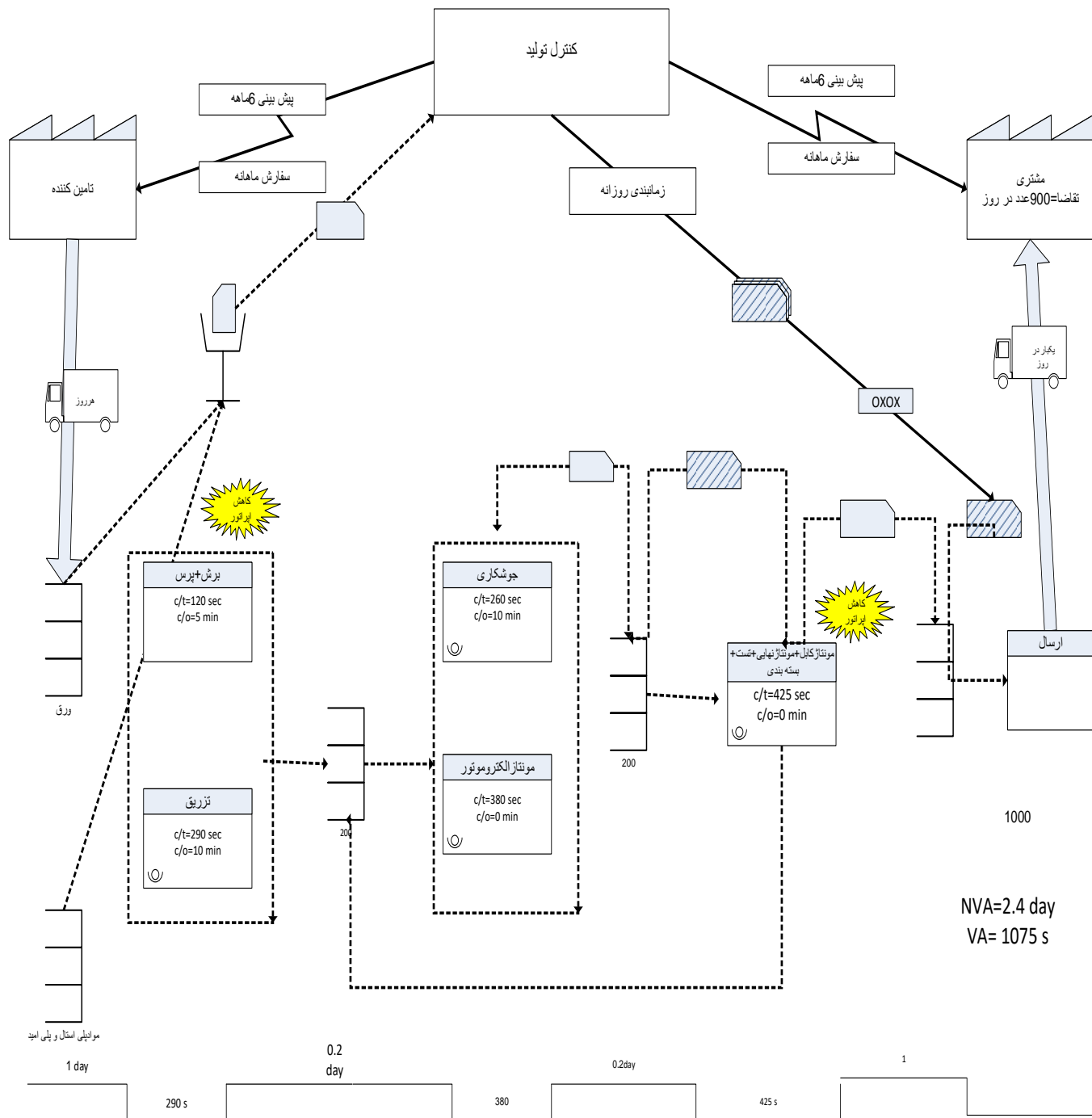


شکل ۳-۱ نقشه جریان ارزش فعلی





شکل ۲-۳ نقشه جریان ارزش وضع مطلوب



جدول شماره ۲-۳ بررسی مقایسه ای وضع موجود و مطلوب با استفاده از نقشه های جریان ارزش

ویژگی	وضع موجود	وضع مطلوب
نوع تولید	فشاری	کششی
تعداد اپراتور	۴۵	۳۷
زمان ارزش افزوده	۸۹۵	۱۰۷۵
زمان تحویل	۲۶ روز	۲ روز
ارسال به مشتری	روزانه	روزانه
نوع انبار	انبارهای موقت و دائمی	سوپرمارکت
برنامه ریزی تولید	به تمام واحدهای تولیدی	به واحد سرعت ساز
تولید	دائمی و براساس برنامه تولید	براساس کارت های کانبان تولید
تولید	غیر سلولی	سلولی
جریان مواد	دسته ای	جریان یک قطعه ای

شکل ۳-۳ منابع شبیه سازی

Replication 1		Start Time:	0.00	Stop Time:	601.67	Time Units:	Seconds
Resource Detail Summary							
Usage							
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>		
cutter	1.00	1.00	1.00	6.00	1.00		
final	0.37	0.37	1.00	2.00	0.37		
inspector	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00		
motor	0.60	0.60	1.00	2.00	0.60		
packer	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07		
welder	0.64	0.64	1.00	2.00	0.64		
Cost							
	<u>Busy Cost</u>	<u>Idle Cost</u>	<u>Usage Cost</u>				
cutter	33.43	0.00	0.00				
final assembler	49.75	105.63	6000.00				
inspector	52.60	0.00	4000.00				
motor assembler	39.86	33.26	4000.00				
packer	0.01	0.00	0.00				
welder	21.75	18.27	6000.00				

شکل ۳-۴ زمان انتظار در شبیه سازی

12:22:50AM

Queues

February 2, 2024

Unnamed Project

Replications: 30

Replication 1

Start Time: 0.00

Stop Time: 601.67

Time Units: Seconds

Queue Detail Summary

Time

Subreport:Summary

	Waiting Time
cutting and pressing blocked Queue	0.00
cutting and pressing process Queue	299.77
final assembly blocked Queue	0.00
final assembly Queue	16.48
inspection blocked Queue	0.00
inspection process Queue	189.37
motor assembly Queue	84.22
motor assembly blocked Queue	0.00
preparation Queue	0.00
welding process Queue	0.00
welding blocked Queue	0.00



جدول ۲-۳ زمان های فرایندها در مدل بهبودیافته شبیه سازی

فرایندها					
تزریق	مونتاژ نهایی	مونتاژ الکترو موتور	جوشکاری	برشکاری	متغیر
380.63	179.63	228.78	215.22	119.87	VA time
0	0	12.81	9.44	243.62	Waiting time
380.63	179.63	241.60	224.67	363.49	Total time
90	90	90	90	90	wip

جدول ۳-۳ نتایج حاصل از مدل شبیه سازی بهبود یافته

معیارهای عملکردی	دامنه واقعی	نتایج شبیه سازی
زمان ارزش افزوده	۲۰۰-۲۵۰	۲۲۴
زمان تحویل	۵۴۰-۵۸۰	۵۶۲
wip	۷۰-۱۱۰	۹۰
تعداد تولید در ماه	۹۰۰-۱۱۰۰	۱۰۰۰

جدول ۴-۳ نتایج قبل و بعد مدل شبیه سازی

معیارهای کلیدی	وضع موجود	مدل شبیه سازی وضع بهبود یافته
	میانگین داده های خروجی	میانگین داده های خروجی
زمان ارزش افزوده	۳۴۰	۲۲۴
زمان تحویل	۷۰۰	۵۶۲
موجودی در جریان ساخت	۳۰۰	۹۰



#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

هر سازمانی که محصولی برای فروش دارد، باید چرخه تبدیل شدن آینده به حال را اساس مدیریت هر روزه خود قرار دهد. در این مقاله، جنبه‌های فنی آفرینش یک جریان ارزش ناب در کانون توجه قرار گرفت. همانگونه که مشخص شد لازمه رقابتی شدن یک جریان ارزش حرکت به سمتی است که بتوان شرایط زیر را برای مشتری فراهم آورد؛ کوتاه‌ترین زمان انتظار، کمترین هزینه، بالاترین کیفیت و ... هرگاه برای یک مشتری محصولی وجود داشته باشد جریان ارزشی نیز وجود دارد. چالش واقعی همانا دیدن این جریان ارزش است. نقشه‌های جریان ارزش برای تمام کسب و کارها به یک شیوه واحد قابل ترسیم اند و می‌توان آن‌ها را آنقدر بالا و پایین نمود تا به اصطلاح از مولکول تا مشتری را در بر گیرند. این مطالعه دست یافتیم که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

کاهش زمان تحویل از ۲۶ روز به ۲ روز،

افزایش راندمان با نرخ رشد ۲۰ درصد،

کاهش موجودی‌های درجریان ساخت به میزان ۱۰ درصد

تحقیق حاضر در مقایسه با تحقیق عزیزی و همکاران (۲۰۱۵)، یافنگ و همکاران (۲۰۲۲)، نشان داد که با ابزار نقشه جریان ارزش میتوان بخوبی اتلافات را شناسایی کرد در نهایت بتوان سبب افزایش بهره‌وری در راستای تعالی سازمان شد. نتایج تحقیق حاضر در مقایسه با محسن مالک و همکاران (۱۳۹۰) و اکبرقردردان و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که برای کاهش زمان تحویل و موجودی درجریان ساخت، استفاده از نقشه جریان ارزش و مدلسازی در شبیه‌سازی بهترین گزینه است که ازین لحاظ با یافته‌های پیشین هم سو می‌باشد.

در تحقیق جندقی و احمدی (۱۳۹۴) معیارهای زمان تحویل و موجودی درجریان ساخت از عوامل اثر گذار در بهبود بهره‌وری سازمان بوده و با رفع اتلافات در سیستم جدید مقادیر این معیارها در سیستم بهبود یافته کاهش یافته که در تحقیق حاضر هم صدق میکند و هم جهت با یافته‌های آنان بوده است

پیشنهادهای ارائه شده به صنعت به صورت زیر می‌باشند:

شرکت توان. ره صنعت مملو از سفارش‌هایی است که خیلی زود به کارگاه می‌رسند اگر این شرکت به جای ارسال تعداد زیادی سفارش از کارت‌های کانیا و سوپرمارکت استفاده نماید و سفارشات را به فرآیند سرعت ساز بفرسد مدت زمان انتظار به صورت شایانی کاهش پیدا می‌کند. پیرو تغییرات مورد نیاز که در نقشه قابل ملاحظه می‌باشند مشتریان شرکت می‌توانند سفارش‌های خود را در زمان کوتاه‌تری اعلام دارند. تولید قطعات توسط سیستم‌های کششی قابل کنترل هستند. مواد اولیه نیز از سوپرمارکت‌ها برداشت می‌شوند. بدین ترتیب دیگر نیاز نیست کنترل تولید، دستور تولید سفارش‌ها را زودتر صادر کند تا MRP زودتر به سفارش‌دهی مواد اولیه اقدام نماید. این موارد چیزی نیست جز حرکت در جهت حذف انواع اتلافات

## ۵- منابع

- ۱- امیرعزیزی (۱۴۰۲). سیستم‌های تولید، استنتاج فازی مدیریت دانش، استراتژیک، نگهداری و تعمیرات ناب، پروژه و فرآیندها و نشر هنر و علوم دانشگاهی
- ۲- امیرعزیزی (۱۴۰۲). کیفیت، بهره‌وری، مدل‌های تعالی عملیاتی و سازمانی و خودارزیابی
- ۳- مینورحیمی، حجت. سهراب بیگ زاده. (۱۳۹۶). اندازه‌گیری شاخص‌های بهره‌وری شرکت صنایع مس شهید باهنر کرمان بر اساس مدل کندریک و کرایمر. سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و مهندسی صنایع.
- ۴- رضامقدسی و آمنه انوشه پور در پژوهش خود در سال ۱۳۹۴ به اندازه‌گیری مصرف انرژی و رشد (TFP) کشاورزی ایران از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۱ پرداخت
- ۵- قدردان، هایده. متقی. (۱۳۹۲). کاهش زمان تحویل تولید با استفاده از نقش هبرداری جریان ارزش و شبیه‌سازی. پژوهش‌های مدیریت در ایران.
- ۶- خزایی، ص: متقی، ه. ۱۳۸۰. استفاده از مدیریت جریان ارزش به منظور بهبود سیستم برنامه - ریزی تولید در صنعت خودروسازی مجله چشم‌انداز مدیریت، ص ۱۱۳، ۲۱۹.
- ۷- قدردان، ا: متقی، ه، ۱۳. کاهش زمان تحویل تولید با استفاده از نقش هبرداری جریان ارزش و « شبیه‌سازی فصلنامه ی پژوهش‌های مدیریت در ایران، سال هجدهم، شماره ۴،

8- Rother, M. And Shook, J. (۱۹۹۹). "Learning To See." Lean Enterprise Institute

9-Barker R.C, (2015) "The Design Of Lean Manufacturing Systems using time - Based Analysis", International Journal Of Operations And production management, Vol. ۱۴.

۱۰- Biazzo S. And Panizzolo, (2010) "The Assessment Of Work organization In Lean Production: The Relevance Of The worker's perspective", Integrated Manufacturing Systems. Vol. ۱

11-Kodali, A. G. (۲۰۱۰). Design Of Lean Manufacturing Systems Using Value Stream Mapping With Simulation A Case Study. Journal Of Manufacturing Technology Management.

12-Al, R. Y. (۲۰۱۲). Increasing Productivity By Reducing Manufacturing Lead Time through Value Stream Mapping. International Journal Of Mechanical And Industrial Engineering

13-Al, A. G. (۲۰۱۳) Value Stream Mapping: Case Study In A water Heater Manufacturer. International Journal Of Supply Chain Management.

14-S.Vinodh; K.R. Arvind; M. Somanaathan, ۲۰۱۲, Development Of Value Stream Map For Achieving Leanness In A Manufacturing Organization, Journal Of Engineering, Design And Technology, ۱۲۹-۱۴۱.

15-Tyagi, S; Choudhary, A; Cai, X; Yang, K, ۲۰۱۴ "Value Stream Mapping To Reduce The Lead-Time Of A Product Development Process", Int. J. Production Economics ۱۶۰. ۲۰۲-۲۱۲

- 16-Singh\*, J. (۲۰۱۷). Evaluating Lean Thinking Using Value Stream Mapping in Manufacturing Industry – A Case Study. Int. J. Productivity And Quality Management.
- 17-Shivamurthy, R. R. (۲۰۱۸). Reducing The Production Lead Time Of An Industry Using Value Stream Mapping integrated With Kaizen. International Journal Of Engineering & Technology
- 18-Dey, R. G. (۲۰۱۰). Development Of A Productivity Measurement Model for Tea Industry. Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences.
- 19-Adegoke, B. O. (۲۰۱۵). Total Productivity At Firm Level: A Case Study Of A Steel manufacturing Company In Osun State, Nigeria. International Journal Of Engineering Innovation & Research
- 20-Al, S. N. (۲۰۱۹) Evaluation Of The Productivity Of Hospitals Affiliated To Lorestan university Of Medical Sciences Using The Malmquist And Thekendrick-Creamer Indices. Shiraz E-Medical Journal
- 21-Al, S. K. (۲۰۲۳). A Hybrid Approach To Enhancing The Performance Of Manufacturing Organizations By Optimal Sequencing Of Value Stream Mapping Tools. Nternational Journal Of Lean Six Sigma.
- 22-Al, S. S. (۲۰۲۲). An Integrated Framework For Lean Manufacturing In Relation With Blue Ocean Manufacturing - A Case Study. Journal Of Cleaner Production
- 23-Figueiredo, D. H. (۲۰۲۳). Improving The Time-Based Performance Of The Preparatory Stage In Textile Manufacturing Process With Value Stream Mapping. Business Process Management Journal
- 24- Liu, Y. Q. (۲۰۲۲). Application Of Value Stream Mapping In E-Commerce: A Case Study On An Amazon Retailer.
- 25-Sangwan, N. R. (۲۰۲۲). Leanness Assessment Of A Complex Assembly Line Using Integrated Value Stream Mapping: A Case Study. The Tqm Journal.
- 26-O. Miller, R; Chalapati, N, 2015, "Utilizing Lean Tools To Improve Value And Reduce Outpatient Wait Times In An Indian Hospital" , Leadership In Health Services, 57-69.
- 27- Singh B., Sharma S.K, 2009, Value Stream Mapping As A Versatile Tool For Lean Implementation: An Indian Case Study Of A Manufacturing Firm, Measuring Business Excellence, 58-68
- 28-Tyagi, S; Choudhary, A; Cai , X; Yang, K, 2014, "Value Stream Mapping To Reduce The Leadtime Of A Product Development Process" , Int. J. Production Economics 160. 202-212.
- 29- Vamsi, N; Jasti, K; Sharma, A. 2014, " Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping As A Tool A Case Study From Auto Components Industry" , International Journal Of Lean Six Sigma, 89-116
- 30-Bin Ali, Nauman; Petersen, Kai; Schneider, Kurt . 2015, "Flow-Assisted Value Stream Mapping In The Early Phases Of Large-Scale Software Development" , The Journal Of Systems And Software 111, 213-227.
- 31- Chadha, Rajeev; Kalra, Jay; Singh, Amita. 2015, "Lean And Queuing Integration For The Transformation Of Health Care Processes A Lean Health Care Model", Clinical Governance: An International Journal, 191-199.

**haniehhamedihajibaba**

master student, Faculty of Entrepreneurship,  
University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding  
Author

**amirazizi**

Associate Professor, Faculty of Entrepreneurship,  
University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding  
Author

### **Abstract**

Facing increasing challenges such as market globalization, increasing competition and increasing customer expectations forces organizations to adopt strategies to improve overall performance and have a competitive advantage in the global market. In order to reduce costs, create capacity, To sell more and stay competitive in the growing global market, it is necessary to eliminate waste and increase efficiency. In this research, a manufacturing company was evaluated regarding the manufacturing of lifting glass for cars in Saipa factory. Current value flow mapping was used to identify weaknesses and potential points to improve the production process in the factory. In this map, lean production tools were used to eliminate production system waste. By creating a supermarket and smoothing the production mix, the amount of inventory flow during construction and the duration of storage decreased, and the future (improved) value flow map was designed and solutions to improve the current situation were proposed in order to identify the benefits of lean production tools in value flow mapping. Two simulation models were created for the current state and the future state, and criteria such as added value time, delivery time, and inventory during construction were compared in the two models, and the results of this improvement led to the reduction of delivery time from 26 days to 2 days, changing the company's pressure production system to Stretching, increase in efficiency with a growth rate of 20%, and decrease in current inventories were made.

**Keywords:** Lean manufacturing, value stream map, simulation