پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت و صنعت
۲۲ مرداد ۱۴۰۲ - آنلاین
5th International Conference in Management & Industry
22 August 2023 - Online
Archive of SID

بهبود فرایندهای لجستیکی در خط تولید مونتاژ ساینا با استفاده از سیستم کانبان به منظور کاهش هزینه های تولید (مطالعه موردی شرکت پارس خودرو)

مصطفی مزینانی
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیکی تهران، ایران
mostafa.mazinani2595@gmail.com

امیرحسین کمالی دولت آبادی
گروه مهندسی صنایع، واحد رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Amir.kamali2002@gmail.com

فرشته خلج
گروه مهندسی صنایع، واحد رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Khalaj82@gmail.com

چکیده:
کانبان نقش مدیریت فعالیت ها را در زنجیره تأمین بر عهده دارد. از این سیستم به عنوان سیستم عصبی تولید ناب یاد می شود.کانبان‌ها به عنوان ابزاری برای کنترل تولید و بهبود فرایندها بکار می روند.. یکی از مزایای استفاده از سیستم کانبان اثر گذاری آن در بهبود فعالیت‌های لجستیکی میباشد که در نهایت به کاهش هزینه‌های تولید منجر می شود. در این پژوهش به بررسی بهبود فرایندهای لجستیکی در خط تولید مونتاژ ساینا با استفاده از سیستم کانبان به منظور کاهش هزینه های تولید پرداخته ایم..پیاده سازی سیستم کانبان در خط مونتاژ مزبور از شروع دریافت قطعه از انبار تا پای خط شامل شش مرحله می باشد که به ترتیب: صورت برداری از موجودی اولیه در ایستگاه ها، صدور اعلام نیاز در نرم افزار اکسل، ثبت تعداد کانبان مورد نیاز در سیستم ERP، جمع آوری قطعات در انبار، بارگیری و ارسال قطعه بااستفاده از کشنده، تخلیه قطعات به وسیله لیفتراک، و در نهایت انتقال قطعات به کنار ایستگاه مورد نظر را شامل می شود.پس از طراحی و ترسیم مدل جاری و فعلی(که شامل فرایند انجام کار در سالن مونتاژ ساینا) سیستم کانبان اعمال گردیده و اثرآن بر فرایند کار بررسی شد. در ادامه مدل جاری که در نرخ افزار پیاده سازی شده و گلوگاههای کاری بر اساس این پیاده سازی تعیین شده ترسیم و نتیجه کار بر روی متغیرهای تحقیق بررسی شد و یافته های تحقیق نشان از اثرگذاری اعمال سیستم کانبان بر هفت متغیر به ترتیب بر تجهیزات ۱۳ درصد،مسیرهای لجستیکی ۴۵ درصد، نیروی انسانی ۹ درصد، فضا در بارانداز‌ها ۱۰ درصد، سطح موجودی در ایستگاه های کاری ۳ درصد، زمان کل فرایند ۶ درصد، فضا در خطوط تولید ۱۴ درصد منجربه بهبود گردید که نتایج نشانگر این بود که سیستم کانبان بر هر ۷ متغیر اثرگذار بوده است.

کلید واژه: کانبان، فرایندهای لجستیکی،کاهش هزینه های تولید، خط تولید مونتاژ

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کانبان نقش مدیریت فعالیت ها را در زنجیره تأمین بر عهده دارد. این سیستم را سیستم عصبی تولید ناب می نامند. در صورتی که این سیستم به طور مناسب طرح ریزی و اجرا شود، زنجیره تأمین ناب محقق خواهد شد. تولید ناب به عنوان ارزش های محصول یا خدمات از دیدگاه مصرف کننده تعریف می شود (ادریس و همکاران[1]، ۲۰۲۰). رویکردهای تولید ناب به طور گسترده در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند، زیرا امکان کاهش هزینه و به حداکثر رساندن کارایی را فراهم می کنند، این موارد از جمله تعهدات بازار جهانی امروز است. سیستم کانبان یکی از پرکاربردترین ابزار برای افزایش کارایی تولید است (ساپری و همکاران[2]، ۲۰۲۰). کانبان ها به عنوان ابزاری برای کنترل تولید و بهبود فرایند به کار می روند که دارای دو وظیفه امیخته به هم است، نقش کانبان درکنترل تولید، اتصال فرایندهای تولید مختلف با یکدیگر است و اطمینان از اینکه میزان موردنیاز مواد و قطعات در زمان و مکان مناسب خواهد رسید بکارگیری کانبان در بهبود فرایند شامل بهبود فعالیت هایی مورد استفاده در فرایند تولید با تاکید برکاهش هزینه های موجودی است (کودکان و همکاران، ۱۳۹۵). سیستم کانبان زمانی که به طور مناسب طراحی شود اثر بخش است و اهداف تولید ناب را تضمین می کند (خجسته و ساتو، ۲۰۱۵. پدریلی و همکاران، ۲۰۱۵). این سیستم نیز مانند سایر سیستم ها باید با توجه به محدودیت ها و شرایط موجود در هر صنعت طراحی شود تا کارایی لازم را داشته باشد (جونیور و فیلهو، ۲۰۱۰). تعیین پارامتر هایی مانند تعداد کانبان در سیکل، حجم هر کانبان و تعیین نقطه سفارش از جمله مؤلفه هایی هستند که باید به طور مناسب در مرحله طراحی تعیین شوند (چان، ۲۰۰۱). پارامتر حجم کانبان به خصوص در صنایع خودرو سازی با توجه به طرح بسته بندی و ظرفیت پالت ها تعیین می شود. نقطه سفارش کانبان بستگی به میزان مصرف قطعات درون کانبان و فاصله زمانی سفارش تا دریافت دارد؛ اما مهم ترین پارامتر طراحی سه حمل، تعداد کانبان در گردش است. تعیین نادرست این پارامتر به طور مستقیم هزینه های نگهداری موجودی ها و حمل و نقل زنجیره تأمین را افزایش خواهد داد و بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر خواهد گذاشت (ربانی[3] و همکاران، ۲۰۰۹) این مسأله یکی از مسائل حیاتی و مهم در سیستم های JIT" مطرح است (هیو و هو[4]، ۲۰۱۱).بر اساس فرآیند لجستیکی درگیر، سیستم‌های کانبان را می‌توان به سیستم‌های مقدار مرتبه ثابت و چرخه سفارش ثابت تقسیم کرد (سیلوا[5] و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، به دلیل افزایش پیچیدگی زنجیره تامین، تنوع محصول، تقاضای نامشخص و نیاز به تبادل اطلاعات سریع‌تر، سیستم سنتی کانبان اکنون منسوخ شده و قادر به دستیابی به نیازهای بازار جدید نیست.از اهداف فرآیند های لجستیک نیز به حداقل رساندن هزینه های تولید می باشد. مدیریت لجستیک می‌تواند تأثیر مستقیمی برهزینه های تولید داشته باشد. به عنوان نمونه، تاخیر درانتخاب یا تحویل مواد خام می‌تواند تولید را به عقب انداخته و هزینه های تولید را بالا ببرد. مدیریت لجستیک کارآمد، جابجایی مواد را بهبود و ثبات لازم را به فرآیند حمل و نقل می‌بخشد. علاوه بر این، ایمنی آن را افزایش می‌دهد که به نوبه خود هزینه حمل و نقل کسب و کار را کاهش می‌دهد. در راستای این هدف، شرکت ها باید یک جریان اطلاعات مداوم در سراسر زنجیره ارزش خود داشته باشند، که می تواند از طریق پیشرفت های فعلی در فناوری های اطلاعات و ارتباطات[6] (ICT) به دست آید. سیستم الکترونیکی کانبان (e-Kanban[7]) روشی کارآمد برای ترکیب مزایای کانبان سنتی با فناوری های مورد نیاز برای صنعت ۴۰ است و ارتقاء فناوری اطلاعات و

[1] Idris
[2] Sapry et al
[3] Rabbani
[4] Hou, T.H. & Hu
[5] Silva
[6] Information and Communication Technologies
[7] electronic Kanban

www.SID.ir

Archive of SID

ارتباطات راه حلی بدیهی برای دستیابی به آن را به ارمغان می آورد. نمونه موردی پژوهش حاضر شرکت پارس خودرو ، است. کارخانه این مطالعه تنوع محصول بالایی را ارائه می دهد زیرا محصولات مختلفی را تولید می کند. همراه با این واقعیت که اکثر محصولات از ماشین‌های تولید یکسانی استفاده می‌کنند (تلاقی جریان)، پیچیدگی جریان را افزایش می‌دهد و فعالیت‌های برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تولید را با مشکل مواجه می‌کند. علاوه بر این، زمان‌های پیش افت فعلی (LT۸)، بیش از زمان تکت مشتریان است. در نتیجه، مشکلات ذکر شده منجر به موارد زیر شد: ۱-تغییرات دائمی در برنامه تولید به دلیل از دست رفتن منابع جزء. ۲-افزایش در مقدار اجزای موجود در انبار در طول فرآیند تولید. ۳-کاهش رضایت مشتری. ۴-افزایش سطح استرس در سازمان.

به عنوان یک ابزار سیستم تولید به موقع JIT[9] ، سیستم کانبان می تواند که اجزای صحیح به مقدار مناسب و در زمان مناسب برای مصرف در دسترس هستند. این امکان پذیر است زیرا سیستم کانبان با توجه به فرکانس تکمیل و با سهام استراتژیک مقرر شده و محاسبه شده کار می کند. به این دلایل، کانبان به عنوان راه حلی برای کاهش تغییرات ثابت برنامه ریزی تولید و سطح بالای موجودی و در نتیجه افزایش رضایت مشتری و کاهش سطح استرس در داخل کارخانه تلقی می شد. علاوه بر این، این سیستم مدیریت اولویت‌ها را در ماشین‌های تولیدی که محصولات همگرا هستند، تسهیل می‌کند. بعلاوه در این میان مدیریت لجستیک نقش بسزایی ایفا می کند که در صورت مدیریت اثربخش و کارا موجب ایجاد مزیت های رقابتی برای شرکت ها می شود.

۲- ادبیات پژوهش

۲-۱-لجستیک

لجستیک به معنی یکپارچه سازی دو یا چند فعالیت با هدف برنامه ریزی، پیاده سازی، کنترل کارآمد جریان مواد و محصولات از مکان اصلی به نقطه مصرف می باشد. لجستیک شامل یکپارچه سازی اطلاعات، حمل و نقل، موجودی، انبار، جابجایی کالا و بسته بندی می باشد. لجستیک به دلیل ماهیتش اغلب مترادف با فعالیت توزیع، هم برای توزیع فیزیکی محصول، مدیریت زنجیره تامین، مدیریت خط لوله و هم برای تامین و حمل و نقل می آید. اهداف در طراحی شبکه های لجستیک و زنجیره تامین از کاهش هزینه ها به اهداف متعالی‌تری مانند کاهش تاثیرات مخرب محیطی تغییر پیدا کرده است (همتی و زارعی،۱۳۹۶). لجستیک مناسب شامل دریافت صحیح، محصول صحیح، با کیفیت و کمیت صحیح، در مکان و زمان صحیح، برای مشتری صحیح و با هزینه صحیح می باشد(رحیمی و همکاران،۱۴۰۰).برای نمونه، لجستیک به معنی اخذ کالای مورد نظر در زمان و مکان مناسب و وضعیت مورد نیاز مشتریان می باشد در اصلاح عموم، فرم بسیار معمول لجستیک بصورت تجارتی بر پایه حمل محموله های بزرگ از اقلام در اندازه مورد نظر مشتری در مکان جغرافیایی خاص می‌باشد(همتی و زارعی،۱۳۹۶). همچنین محموله ها معمولا بوسیله کانتینر، بارگیر و یا دیگر واحدها و نه بوسیله اقلام با بسته های اختصاصی ردیابی می شوند عملیات لجستیک ممکن است بصورت مفهومی به عنوان زیر مجموعه ای از مفاهیم تجارت و عملیات سازمانی دیده شود. مصرف کنندگان در خرید کالا و خدمات بیش از پیش به تاثیرات آنها بر محیط زیست توجه دارند، بنگاه‌های اقتصادی نیز بیش از پیش به مبحث «عملیات سبز» توجه می‌کنند. لجستیک معکوس یکی از جنبه‌های اصلی مدیریت لجستیک سبز است(لی زارازو و همکاران ۲۰۱۳،۱۰).اصولا عملیات لجستیک، ترکیبی از سه مولفه کلیدی است، که اولین آن، بهره وری لجستیک، که برای ایجاد

[8] lead times
[9] Just-In-Time
[10] Alfonso-Lizarazo & et al

www.SID.ir

Archive of SID

استانداردهای بهره وری معنادار برای اندازه گیری قابلیت ردیابی و مدیریت هزینه های لجستیک بکار می رود. دومین مولفه آن، عمل خدمات لجستیک که با مقادیر استاندارد ردیابی که به قابلیت عملیات لجستیک برای ارائه خدمات به مشتری می‌آید، مرتبط است و در نهایت، سیستمهای اندازه گیری بازده عملیات لجستیک که بر روی کمیت و کیفیت عملیات ردیابی شده تمرکز دارند امروزه مدیران بصورت فزاینده ای با چالشهای پیشرفت عملیات لجستیک در سازمانهایشان مواجه هستند. شبکه های لجستیک معکوس به دلیل قوانین زیست محیطی، افزایش اهمیت اقتصادی و آگاهی های مشتریان، مورد توجه روزافزونی قرار گرفته اند (لنگرودی و همکاران،۱۳۹۶).

۲-۲-فرایندها و اجزای لجستیک

فرایندهای لجستیک بر انتقال موثر مواد و کالا از منبع تامین از مکان عرضه و ساخت به نقطه مصرف در یک هزینه کارامد، زمان، کمیت و کیفیت مورد پذیرش مشتریان تمرکز دارد (گلیستا او و ماچادو ۱۱، ۲۰۱۸). بنابراین مشخص است که لجستیک در گیر فرآیندهای متعدد شامل تدارکات مواد، حمل و نقل، جابجایی، انبارداری، سیستم اطلاعات، ارتباطات در زنجیره تامین، توزیع و تحویل، بسته بندی و ... می باشد (جوانمرد، ۱۳۹۶). با این تعداد فرآیند متعدد از نظر انجام، مکان و درگیر با | انواع سازمانها، اگر سازمانی انتظار کارایی و اثربخشی لازم از این سیستم را دارد باید تلاش کند که تمام فرآیندها در حد مطلوب و به عبارتی کامل انجام شوند. با تکمیل فرآیندهای لجستیک می توان به تکامل یا بلوغ سیستم لجستیک دست یافت (لین و همکاران ۲۰۱۹). بعضی از تحقیقات تکامل لجستیک را توسعه فرایندهای آن همسو با نسل های لجستیک عنوان کرده اند تا همراه تولید و ساخت به اهداف پایداری دست یابند(باگ و همکاران ۱۲، ۲۰۲۱). انحراف در اجرای فرآیندهای لجستیکی سازمان می‌تواند منجر به ضعف عملکردی و از دست دادن سهم بازار گردد. به همین دلیل در گام اول تحقیق سعی می‌شود روش تجزیه و تحلیل حالات خطا و آثار آن در فرآیند، در یک سازمان تولیدی فعال در صنعت قطعات خودرویی اجرا گردیده و ریسک‌های بالقوه لجستیکی شناسایی گردند. از آنجایی که این ریسک‌ها در آینده رخ داده و بر پایه پیش‌بینی‌های تیم خبرگان بررسی می‌شوند؛ سه معیار شدت، احتمال وقوع و تشخیص ریسک در شرایط عدم اطمینان در نظر گرفته شده و امتیازدهی به آن‌ها به صورت بازه‌ای انجام می‌شود تا در برابر اظهار نظر افراد مختلف استوارتر باشند(یوسفی و حسینی،۱۳۹۷).

۲-۳- کانبان

سیستم کانبان حمل در زنجیره‌های تأمین با انتقال مناسب اطلاعات باعث کاهش انواع اتلاف‌ها می‌شود. تحقق اهداف تولید ناب مستلزم تعیین مناسب مؤلفه‌هایی مانند تعداد کانبان در سیکل است. مسئلهٔ تعیین تعداد کانبان در سیکل، مسأله‌ای چندهدفه است که باید اهداف تولیدکننده و تأمین‌کنندگان را باتوجه‌به شرایط زنجیره تأمین برآورده کند(برادران،۱۳۹۷). کانبان حمل به طور معمول بین دو عضو زنجیره تأمین اجرا می شود (ربانی، ۲۰۰۹). زنجیره تأمین، از دو جزء تولید کننده و تأمین کننده منفرد برای تأمین یک نوع قطعه تشکیل شده است. در سیستم کانبان حمل این زنجیره، هفت کانبان در گردش تعبیه شده است. مانند بیشتر سیستم های کانبان، هر ظرف از قطعات که معادل یک کارت کانبان در نظر گرفته می شود (فاسیو و همکاران ۱۳، ۲۰۱۳). در پژوهش سیم نو سرلوسکی و بزر ۱۴ (۲۰۱۳) نشان داد ه شد که در مسئله کانبان تعداد کانبان در گردش و ظرفیت وسایل نقلیه نسبت به سایر پارامترها اهمیت بیشتری دارد و بر کمبود قطعات در ایستگاه های کاری تأثیر گذار تر است. اگر تعداد کانبان تنها با در نظر گرفتن منافع تولید کننده تعیین شود، تولید کننده ترجیح می دهد تا قطعات نیمه ساخته خود را به مقدار لازم

[11] Glistau E., Machado
[12] Bag
[13] Faccio
[14] Ciemnoczolowski, D. D. & Bozer

www.SID.ir

Archive of SID

تولید ساعتی خط مونتاژ، تأمین کند تا علاوه بر کاهش هزینه کالای در گردش، موجودی انبارهای خود را به حداقل برساند (فاسیو و همکاران، ۲۰۱۳). در این حالت تعداد دفعات ارسال و هزینه های حمل و نقل برای تأمین کننده غیر اقتصادی خواهد شد؛ زیرا ممکن است تأمین کننده مجبور شود تا قطعات را به صورت پی در پی با وسیله نقلیه ای ارسال کند که ظرفیت آن تکمیل نشده است. از طرف دیگر از دیدگاه تأمین کننده، افزایش تعداد کانبان در سیکل مقرون به صرفه تر خواهد بود؛ زیرا در این حالت تواتر بارگیری های و قدرت مانور بیشتر برای استفاده از وسایل نقلیه بزرگتر با ظرفیت تکمیل فراهم و باعث افزایش موجودی ها خواهد شد (سالنگلو و اوسان، ۲۰۱۵). اگر چه در پژوهش های گذشته و روش های موجود تعداد کانبان تنها با در نظر گرفتن اهداف تولید کننده تعیین می شود، لازمه تعیین تعداد بهینه کانبان حمل، در نظر گرفتن اهداف و محدودیت های هر دو جزء زنجیره تأمین یعنی تولید کننده و تأمین کننده است. به طور کلی دو نوع کانبان در تولید استفاده می شود (چارسوقی و ساجدی نژاد۱۵، ۲۰۱۰)؛ کانبان تولید که نوع و میزان تولید را به ایستگاه های کاری یا اجزاء زنجیره تأمین ابلاغ می کند و کانبان انتقال (حمل) که نقش مجوز جابجایی برای میزان معینی از یک کالای خاص را بین بخش های مختلف بر عهده دارد. کانبان حمل، زمان انتقال قطعات بین ایستگاه های مختلف خط تولید یا بین اجزاء زنجیره تأمین را تعیین می کنند (مارخام و همکاران، ۲۰۰۰).

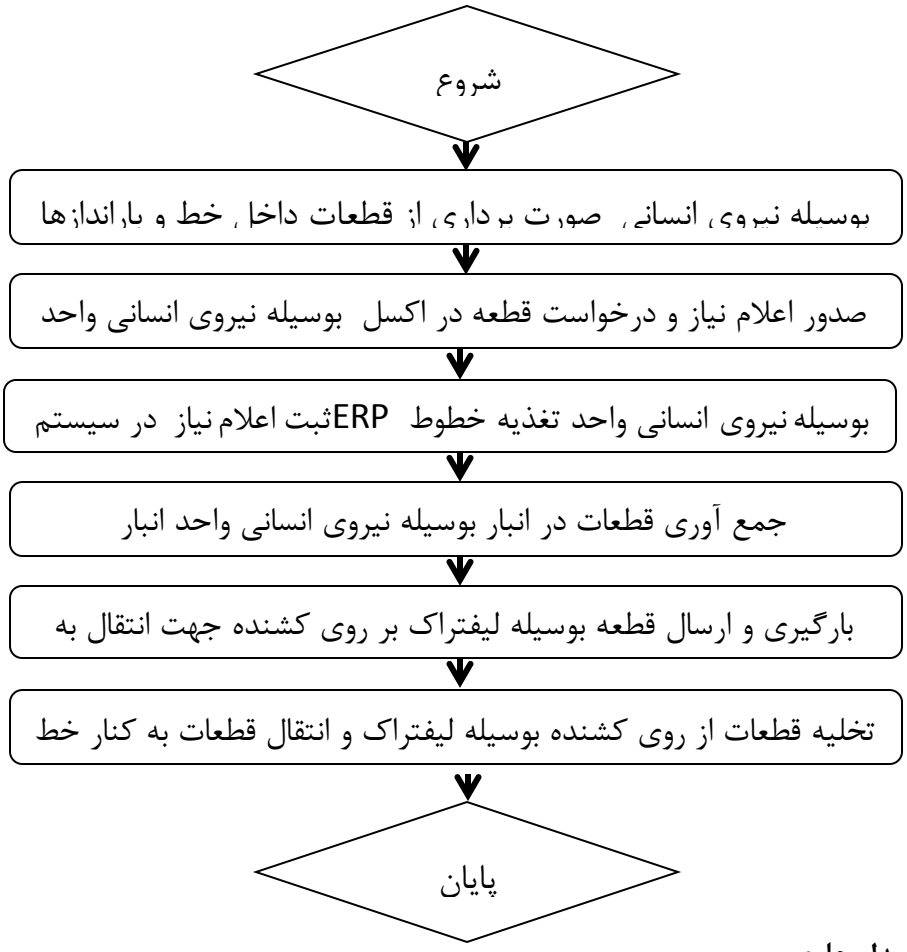
۳-روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر جمع اوری اطلاعات توصیفی تحلیلی می باشد. در این تحقیق از رویکرد شبیه سازی گسسته پیشامد استفاده می شود. در تحقیق حاضر ابتدا مطالعات کتابخانه ای صورت گرفته و سپس مورد مطالعه که کارخانه خودروسازی پارس خودرو می باشد به عنوان نمونه انتخاب می گردد سپس مدل جاری و فعلی که شامل فرایند انجام کار در یکی از بخشهای کارخانه می باشد در نرم افزار ارنا طراحی شده و پس از آن سیستم کانبان اعمال گردیده و اثر آن بر فرایند کار بررسی می شود. نتیجه کار بر روی متغیرهای تحقیق در بخش بعدی معرفی می گردد بررسی خواهد شد. در ادامه مدل جاری که در نرخ افزار پیاده سازی شده و گلوگاه های کاری بر اساس این پیاده سازی تعیین می شود ترسیم می گردد.

[15] Chaharsooghi S. K. & Sajedinejad

www.SID.ir

Archive of SID

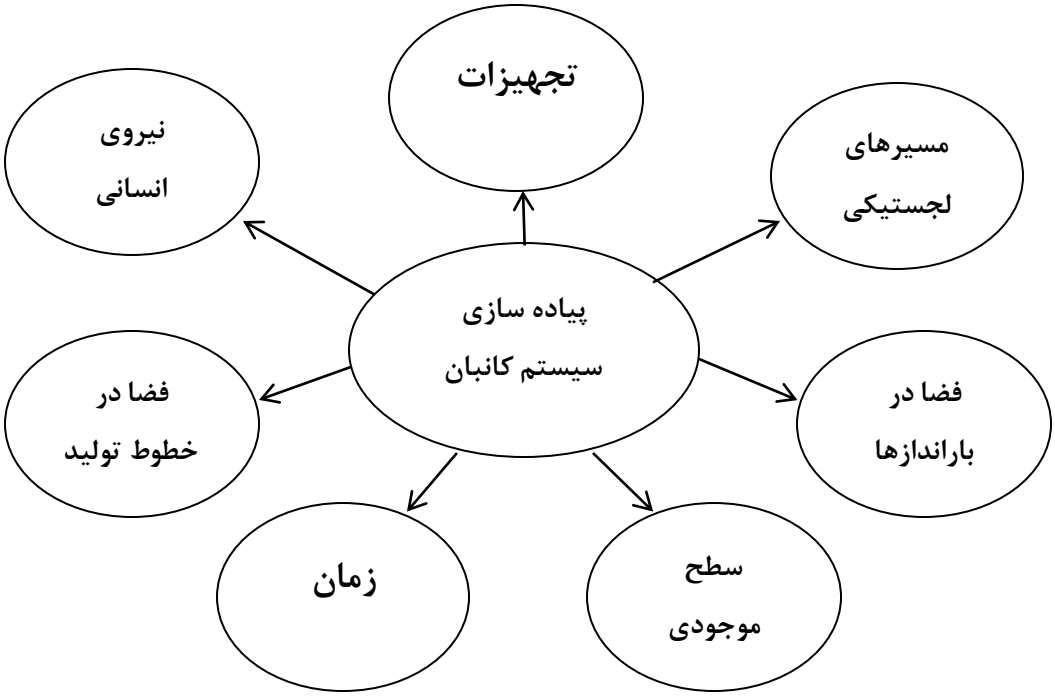


شکل ۱-مدل جاری

همانگونه که در شکل فوق مشاهده می شود مراحل و فرایند عملیات در یکی از بخشهای کارخانه پارس خودرو در شکل فوق نمایش داده شده است که با اعمال سیستم کانبان انتظار تغییراتی در متغیرهای تحقیق به وجود می آید. در بخش بعدی به شرح متغیرهای تحقیق پرداخته می شود.در این بخش متغیرهای تحقیق معرفی می شود. این متغیرها در قالب مدل مفهومی ذیل ارائه می شود.

www.SID.ir

Archive of SID



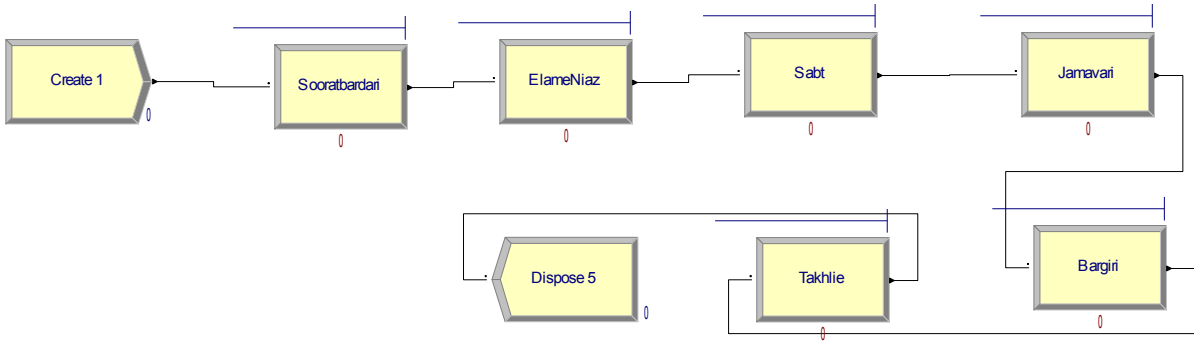
7

شکل ۲-مدل مفهومی تحقیق

تجزیه و تحلیل داده ها و حل مسئله در این تحقیق با استفاده از رویکرد شبیه سازی و در نرم افزار ارنا انجام می پذیرد و به این صورت که مدل مورد بررسی در تحقیق در این نرم افزار با یک سطح مناسب مدل سازی می شود و جزئیات مورد نظر در آن در نظر گرفته می شود و پس اجرای مدل شبیه سازی برای یک بازه زمانی مشخص و اتمام شبیه سازی، نتایج خروجی از نرم افزار مورد بررسی قرار می گیرد.

۴-تجزیه و تحلیل داده ها

در این بخش به پیاده سازی مدل جاری پرداخته می شود مراحل مدل در فصل سوم تشریح شد و در این فصل صرفا به پیاده سازی مدل در نرم افزار ارنا اقدام می شود. نتایج پیاده سازی مدل در نرم افزار ارنا به شرح ذیل است.



شکل ۳- مدل جاری

www.SID.ir

Archive of SID

در شکل فوق مراحل و فرایند انجام کار در شکل فوق ارائه گردیده است مدل فوق دارای یک سری پارامترها به تفکیک هر یک از متغیرها می باشد این پارامترها در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای مدل جاری

تجهیزات	ترک برقی	2 دستگاه
	لیفتراک	1 دستگاه
نیروی انسانی	انبار	1 نفر
	تغذیه خطوط سالن برای دو شیفت	6 نفر
مسیرهای لجستیکی	خط و پارت استروج	73 سانتی متر
	بارانداز	200 سانتی متر
فضا در خطوط تولید	کل متراژی که به و وسیله لیفتراک،ترک برقی ،و کشنده طی میشود	803 سانتی متر
فضا در بارانداز‌ها		۷۴۵ سانتی متر
سطح موجودی	میزان موجودی قطعات	۱۰۲۳ قطعه
زمان	زمان کل انجام فرایند	۱۸۹۴

همانگونه که مشاهده می شود زمان کل انجام فرایند ۱۸۹۴ واحد می باشد و مقادیر سایر پارامترها حاصل از مدل جاری در جدول فوق مشخص می باشد. در ادامه مرحله دوم کار یعنی پیاده سازی کانبان و اثر آن بر مقادیر پارامترهای فوق بررسی می شود.

پیاده سازی کانبان

در این بخش اثر پیاده سازی کانبان بر هر یک از متغیرهای تحقیق بررسی شده و تفاوت مقادیر پارامترها معرفی می گردد. نتایج در قالب جداول و نمودارهای تحقیق ارائه می گردد.

بررسی اثر کانبان بر نیروی انسانی

در اولین بخش به بررسی اثر کانبان بر نیروی انسانی پرداخته می شود. یکی از اهداف به منظور کاهش هزینه ها در خط تولید مونتاژ ساینا ، تعداد نیروی انسانی می باشد. هر چه نیروی انسانی کمتر باشد هزینه کل کاهش می یابد اما نکته قابل توجه این است که کاهش نیروی انسانی نمی باید به بهره وری تولید و روند تولید آسیب وارد نماید. در این بخش بررسی می شود که پیاده

www.SID.ir

Archive of SID

سازی کانبان چه اثری می تواند بر تعداد نیروی انسانی بر جا بگذارد. در اینجا تمرکز صرفا بر تعداد نیروی انسانی است. نتایج در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۲- بررسی اثر کانبان بر نیروی انسانی

		پیش از اعمال کانبان		پس از اعمال کانبان		
پارامتر مورد بررسی	بخش	تعداد نیروی انسانی	تعداد کل نیروی انسانی	تعداد نیروی انسانی	تعداد کل نیروی انسانی	میزان تغییر
نیروی انسانی	انبار	۱	۴	۱	۵	٪۰
	تغذیه خطوط سالن برای دو شیفت	۶		۴		٪۳۳

همانگونه که مشاهده می شود نیروی انسانی در دو بخش انبار و خطوط سالن برای دو شیفت بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که کاهشی در تعداد نیروی انسانی در انبار به واسطه کانبان صورت گرفته است اما ۲ نفر از نیروی انسانی از تغذیه خطوط سالن برای دو شیفت کاهش یافته است که منجر به ۳۳ درصد کاهش در کل تعداد نیروی انسانی و در واقع بهبود آن شده است.

بررسی اثر کانبان بر تجهیزات

مورد بعدی که در این بخش مد نظر می باشد. تجهیزات است تجهیزات نیز به عنوان یکی از منابع در نظر گرفته می شود که به طور طبیعی کاهش در آن می تواند منجر به کاهش در هزینه شود در این بخش اثر کانبان بر تجهیزات ارائه می شود.

جدول ۳ -بررسی اثر کانبان بر تجهیزات

پارامتر مورد بررسی	بخش	پیش از اعمال کانبان		پس از اعمال کانبان		درصد تغییر	درصد تغییر کل
تجهیزات	ترک برقی	۲	۳	۱	۲	٪۵۰	٪۵۰
	لیفتراک	۱		۱		٪۰	

همانگونه که مشاهده می شود یکی از تجهیزات یعنی ترک برقی در پی اعمال کانبان کاهش یافته است بنابراین می توان کاهش و بهبود ۵۰ درصدی را در تجهیزات مد نظر قرار داد. این کاهش در قیاس با کاهش منابع انسانی که ۳۳ درصد اندکی بیشتر می باشد.

بررسی اثر کانبان بر مسیرهای لجستیکی

متغیر سوم مورد بررسی ، اثر کانبان بر مسیرهای لجستیکی می باشد که هر چه این مسیرها کاهش یابد می توان انتظار بیشتری برای کاهش هزینه کل سیستم را داشت. نتیجه پیاده سازی کانبان بر مسیرهای لجستیکی در جدول ذیل ارائه شده است.

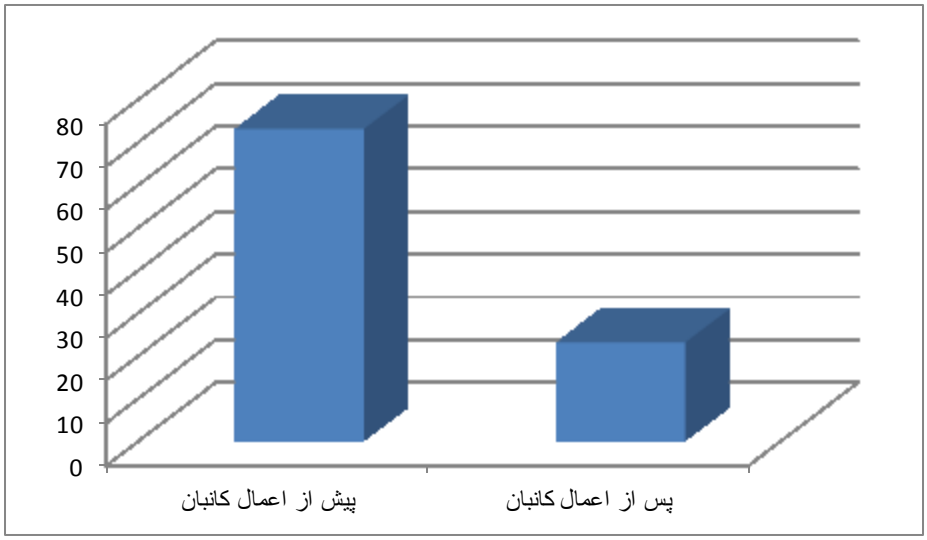
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- بررسی اثر کانبان بر مسیرهای لجستیکی

	بخش	پیش از اعمال کانبان		پس از اعمال کانبان		درصد تغییر	درصد تغییر کل
فضای لجستیکی	خط و پارت استروج	۷۳	۲۷۳	۲۳	۲۳	٪۶۸	٪۱۶۸
	بارانداز	۲۰۰		۰		٪۱۰۰	

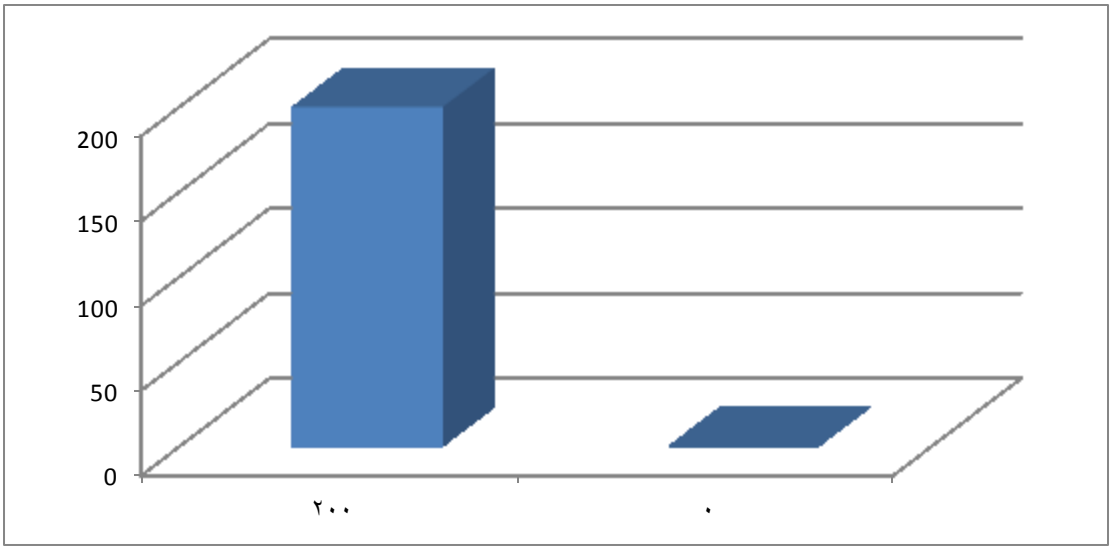
همانگونه که مشاهده می شود کاهش مسیرهای لجستیکی بیشترین کاهش را نشان می دهد که در حدود ۱۶۸ درصد می باشد که ۶۸ درصد در خط و پارت استروج و ۱۰۰ درصد در بارانداز می باشد. به منظور مقایسه بهتر نتایج، نمودارهای ذیل ارائه گردیده است.



نمودار ۱- مقایسه کاهش مسیرهای لجستیکی در خط و پارت استروج

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- مقایسه کاهش مسیرهای لجستیکی در بارانداز

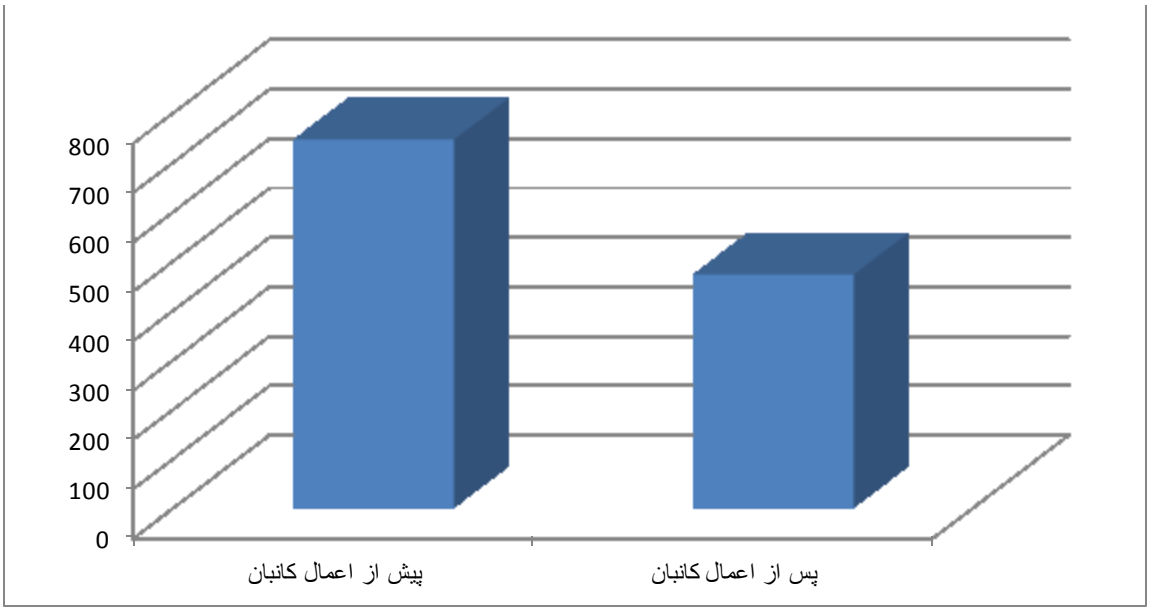
در نمودارهای فوق کاهش فضای لجستیکی در هر دو بخش مورد بررسی نشان داده شده است.

بررسی اثر کانبان بر فضا در بارانداز‌ها

در این بخش فضا در بارانداز‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۵- بررسی اثر کانبان بر فضا در بارانداز‌ها

پارامتر مورد بررسی	پیش از اعمال کانبان	پس از اعمال کانبان	درصد تغییر
فضا در بارانداز‌ها	۷۴۵	۴۷۲	٪۳۶



نمودار ۳- بررسی اثر کانبان بر فضا در بارانداز‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

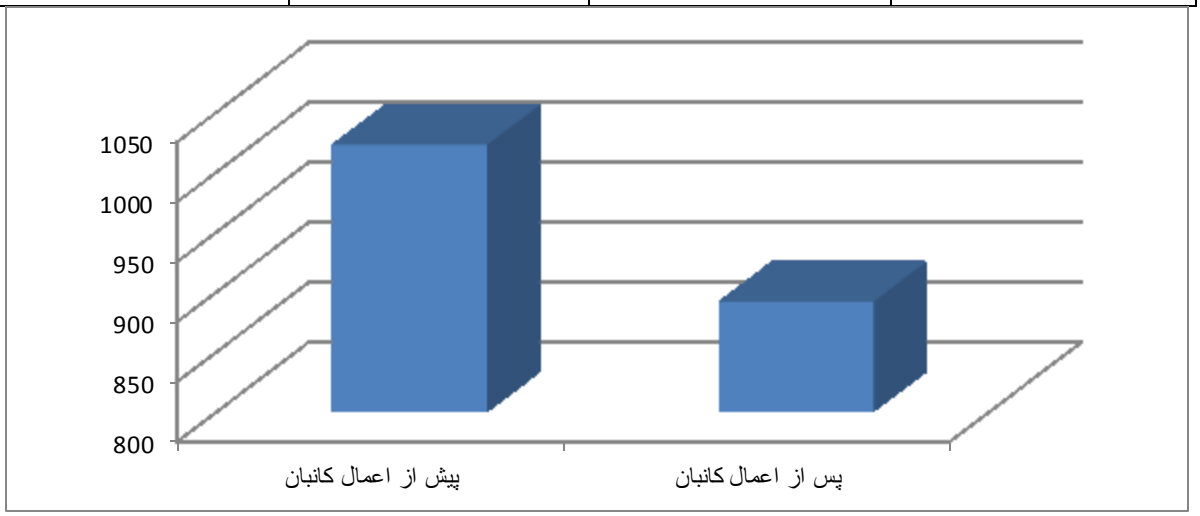
همانگونه که نشان داده می شود ۳۶ درصد کاهش در فضا در باراندازها به واسطه اعمال کانبان مشاهده می شود که نشانگر یک وضعیت کاملا بهبود یا فته به واسطه اعمال سیستم کانبان می باشد.

بررسی اثر کانبان بر سطح موجودی

در این بخش سطح موجودی به واسطه اعمال سیستم کانبان مورد بررسی قرار می گیرد نتیجه در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۶ -بررسی اثر کانبان بر سطح موجودی

پارامتر مورد بررسی	پیش از اعمال کانبان	پس از اعمال کانبان	درصد تغییر
سطح موجودی	۱۰۲۳	۸۹۲	٪۱۲



نمودار ۴- بررسی اثر کانبان بر سطح موجودی

همانگونه که مشاهده می شود با اعمال سیستم کانبان انتظار می رود تا ۱۲ درصد از سطح موجودی کاهش یافته و لذا هزینه نگهداری موجودی نیز به این مقدار قابل کاهش است. بنابراین مشاهده می شود که پیاده سازی سیستم کانبان اگرچه دارای اثری اندک و کمتر نسبت به سایر متغیرها می باشد اما بر سطح موجودی نیز اثرگذار است.

بررسی اثر کانبان بر فضا در خطوط تولید

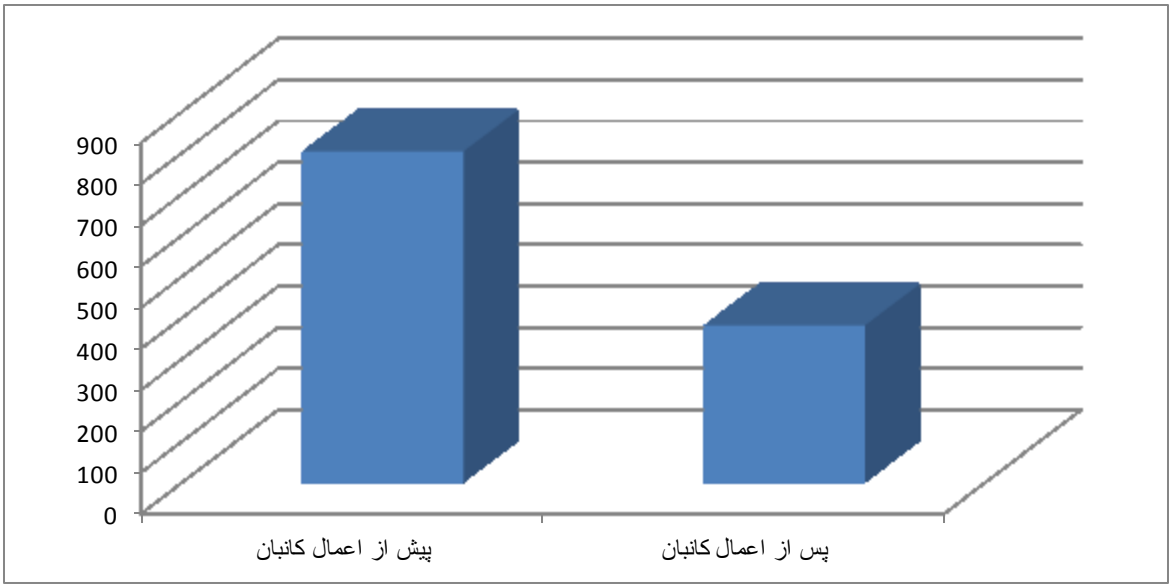
در این بخش اثر کانبان بر فضا در خطوط تولید بررسی می شود. نتیجه در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۷ -بررسی اثر کانبان بر فضا در خطوط تولید

پارامتر مورد بررسی	پیش از اعمال کانبان	پس از اعمال کانبان	درصد تغییر
متراژ کلی طی شده بوسیله تجهیزات	۸۰۳	۳۸۱	٪۵۲

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۵- بررسی اثر کانبان بر فضا در خطوط تولید

در نمودار فوق مشاهده می شود که اعمال کانبان می تواند فضای تولید را تا ۵۲ درصد بهبود بخشد یعنی انتظار می رود که تقریبا فضای تولید به نصف کاهش یابد که این نشانگر اثرگذاری بالای کانبان بر فضا در خطوط تولید می باشد که این امر می تواند منجر به کاهش هزینه در خط مونتاژ نیز بشود.

بررسی اثر کانبان بر زمان

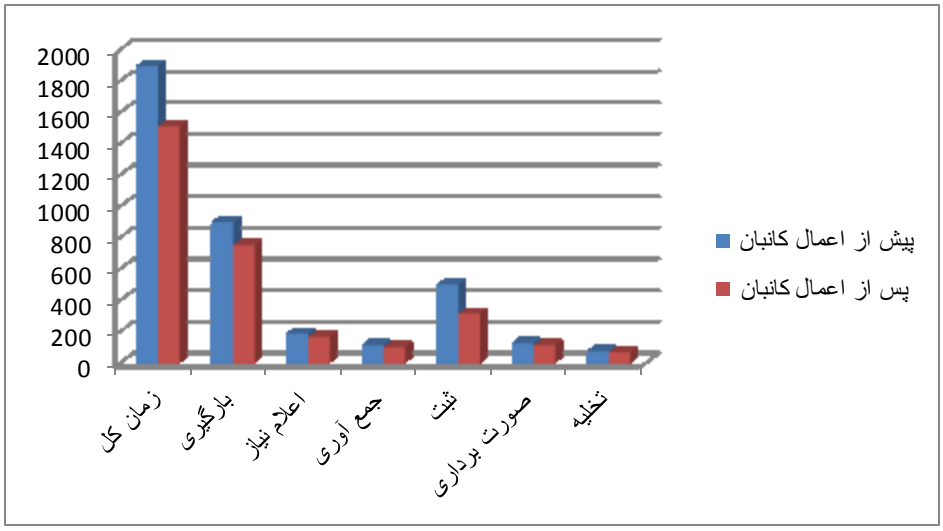
اخرین متغیر مورد بررسی که به نظر می رسد بر هزینه خط مونتاژ اثرقابل توجهی بر جا داشته باشد زمان است. این زمان به تفکیک فرایندهای مختلف در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۸- بررسی اثر کانبان بر زمان

پارامترهای مورد بررسی	پیش از اعمال کانبان	پس از اعمال کانبان	درصد تغییر
زمان کل	1894	1509	20.33%
بارگیری	896.99	750.99	16.28%
اعلام نیاز	187.13	165.13	11.76%
جمع آوری	112.19	99.19	11.59%
ثبت	499.14	314.14	37.06%
صورت برداری	125.14	112.14	10.39%
تخلیه	73.41	67.41	8.17%

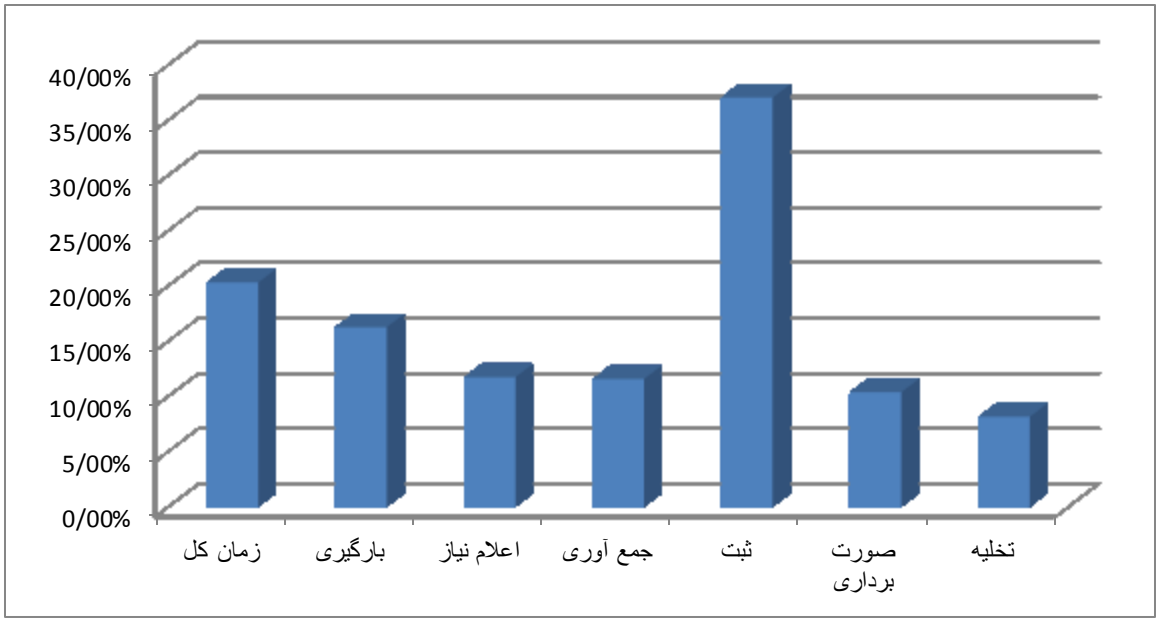
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۶- مقایسه بررسی اثر کانبان بر زمان

همانگونه که دیده می شود اعمال کانبان به شکل قابل توجهی باعث کاهش زمان می شود. این زمان هم شامل زمان کل و هم زمان هر فرایند می شود اگر بخواهیم سهم بهبود هر فرایند به تفکیک ارائه شود می توان آنرا در نمودار ذیل به صورت یک نمودار میله ای ارائه نمود.



نمودار ۷- بررسی اثر کانبان بر زمان

همانگونه که دیده می شود میزان بهبود در فرایند ثبت نسبت به سایر بخشها بسیار بیشتر می باشد به عبارت دیگر می توان گفت اعمال کانبان بیش از همه فرایند ها بر فرایند ثبت تا بیش از ۳۵ درصد اثرگذار خواهد بود در حالیکه این اثرگذاری بر زمان کل نزدیک به ۲۰ درصد می باشد که نشان می دهد تا ۲۰ درصد امکان کاهش زمان کل به واسطه اعمال کانبان وجود دارد. در

www.SID.ir

Archive of SID

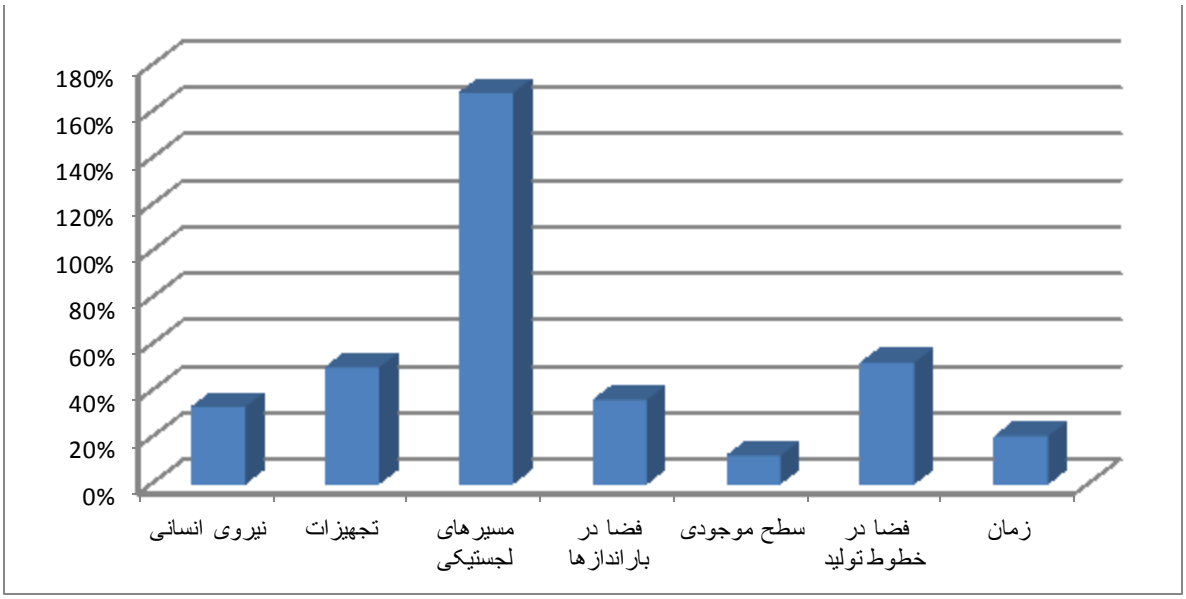
ادامه بارگیری قرار دارد و بخشهای اعلام نیاز، جمع اوری و صورت برداری در حدود ۱۰ درصد بهبود را تجربه کرده و کمترین بهبود در بخش تخلیه به واسطه اعمال کانبان مشاهده می شود.

مقایسه کلی

در این بخش به مقایسه کلی از اعمال سیستم کانبان بر متغیرهای تحقیق در مسیر کاهش هزینه های کل خط مونتاژ پرداخته می شود نتایج در جدول ذیل ارائه می شود.

جدول ۹- مقایسه اثر کانبان بر متغیرهای مورد بررسی

ردیف	متغیر	میزان بهبود
۱	نیروی انسانی	33%
۲	تجهیزات	50%
۳	مسیرهای لجستیکی	168%
۴	فضا در باراندازها	36%
۵	سطح موجودی	12%
۶	فضا در خطوط تولید	52%
۷	زمان	20.33%



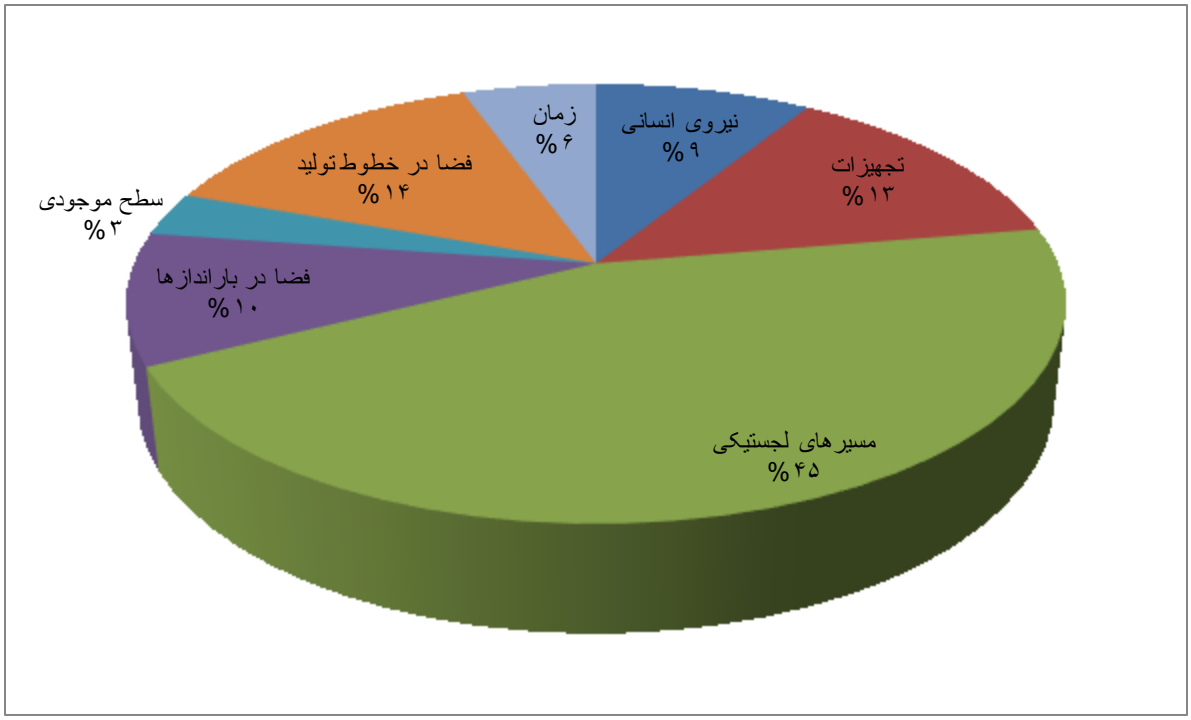
نمودار ۸- مقایسه اثر کانبان بر متغیرهای مورد بررسی

همانگونه که دیده می شود متغیر مسیرهای لجستیکی به میزان ۱۶۰ درصد بیشترین اثر پذیری را از اعمال کانبان دریافت می کند به عبارت دیگر اعمال کانبان می تواند تا ۱۶۰ درصد بر مسیرهای لجستیکی اثرگذار باشد در حالیکه اثر اعمال کانبان بر سایر متغیرها کمتر می باشد . به عنوان مثال فضا در خطوط تولید تا کمتر از ۵۰ درصد اثرگذاری را نشان می دهد که اثر چندان کمی نیز نیست ضمن اینکه این اثر بر تجهیزات تا ۴۵ درصد نشان داده می شود. سایر متغیرها نظیر فضا در باراندازها و نیروی انسانی و زمان نیز به ترتیب در رتبه های بعدی اثرپذیری از اعمال کانبان قرار داشته و سطح موجودی در کمترین اثرگذاری قرار

www.SID.ir

Archive of SID

دارد. در مجموع می توان گفت اعمال کانبان دارای اثر قابل توجه و مثبتی بر متغیرهای مورد بررسی می باشد که این اثرگذاری می تواند منجر به کاهش هزینه کل تولید شود. این هزینه شامل هزینه خرید و نگهداری تجهیزات، هزینه نیروی انسانی و هزینه مربوط به فضا و .... می باشد.



نمودار ۹ -نمودار دایره ای سهم هریک از متغیرها از ایر کانبان

در نمودار فوق مشاهده می شود که مسیرهای لجستیکی بیشترین سهم را از کانبان دریافت می کند که این اثر نزدیک به نیمی از اثر کلی کانبان یعنی ۴۵ درصد می باشد به عبارت دیگر نیمی از اثر گذاری کانبان بر مسیرهای لجستیکی می باشد در حالیکه پس از آن فضا در خطوط تولید ۱۴ درصد،تجهیزات ۱۳ درصد ، فضا در باراندازها ۱۰ درصد و به همین ترتیب سهم سایر متغیرها کمتر می باشد.

۵-نتیجه گیری

هدف تحقیق حاضر بهبود فرایندهای لجستیکی در خط تولید مونتاژ ساینا با استفاده از سیستم کانبان به منظور کاهش هزینه های تولید بود. برای این منظور پس از بررسی تحقیقات مختلف و مرور ادبیات شکاف تحقیقاتی استخراج شد و سپس بر اساس مطالعات انجام شده نواوری تحقیق تعیین گردید با توجه به اینکه نواوری تحقیق بر اساس یک مورد مطالعه مشخص بود خط تولید مونتاژ ساینا برای بررسی اثر سیستم کانبان انتخاب گردید. ابتدا مدل جاری پیاده سازی شد و سپس با اعمال سیستم کانبان ، نتایج حاصل از اعمال این سیستم با وضعیت پیش از اعمال مقایسه گردید. اثرگذاری اعمال سیستم کانبان بر هفت متغیر تجهیزات،مسیرهای لجستیکی، نیروی انسانی، فضا در باراندازها، سطح موجودی، زمان، فضا در خطوط تولید بررسی گردید که نتایج نشانگر این بود که سیستم کانبان بر هر ۷ متغیر اثرگذار بود اما تفاوت این اثرگذاری متفاوت بود به این صورت که مسیرهای لجستیکی بیشترین اثر را از اعمال سیستم کانبان دریافت کردند و سپس فضا در باراندازها، فضا در خطوط تولید، نیروی انسانی تجهیزات ، زمان و سطح موجودی نیز از اعمال سیستم کانبان متاثر شدند به این صورت که هزینه کل سیستم به

www.SID.ir

Archive of SID

واسطه کاهش در فضا ، تجهیزات و نیروی انسانی به طور طبیعی کاهش می یابد. بنابراین محقق به این نتیجه دست یافت که اعمال سیستم کانبان در خطوط تولید می تواند نتایج مثبتی را به همراه داشته باشد.نتایج پیاده سازی سیستم کانبان و شبیه سازی آن در نرم افزار ارنا نشان می دهد که اعمال سیستم کانبان می تواند در وهله اول نیروی انسانی را کاهش دهد کاهش نیروی انسانی اگر به فرایند اسیبی وارد نکند می تواند منجر به کاهش هزینه نیروی انسانی و حقوق و دستمزد شود البته باید توجه داشت که این کاهش صرفا در یک بخش یعنی بخش تغذیه صورت گرفت و در بخش انبار ۱ نفر به عنوان حداقل تعدادی که در این بخش باید مشغول به فعالیت باشد در نظر گرفته شده است.

در خصوص تجهیزات نیز حذف تجهیزات اضافی یا فروش آن قطعا می تواند به سیستم تولیدی کمک کند ضمن اینکه برای برخی تجهیزات پر هزینه، هزینه تعمیر و نگهداری می تواند بسیار بالا باشد که حذف این هزینه به طبع به کاهش هزینه کل سیستم کمک می کند. در این بخش یکی از تجهیزات یعنی ترک برقی به دلیل اعمال سیستم کانبان اضافی تشخیص داده شده و از فهرست منابع حذف گردید. از نظر مسیرهای لجستیکی بیشترین اثرگذاری مشاهده می شود به این صورت که تا بیش از ۱۶۰ درصد بهبود در فضای لجستیکی به واسطه اعمال سیستم کانبان دیده می شود. از نظر باراندازها نیز می تواند کاهش ۳۶ درصدی را مشاهده نمود. از نظر سطح موجودی میزان اثرگذاری اندک ولی قابل توجه است به این صورت که انتظار کاهش ۱۲ درصدی در سطح موجودی به واسطه اعمال سیستم کانبان می رود که این امر می تواند هزینه نگهداری را نیز به شکل قابل توجهی کاهش دهد. فضا در خطوط تولید نیز تا ۵۲ درصد بهبود می یابد که این امر نشانگر قدرت بالای اثرگذاری سیستم کانبان می باشد. از نظر زمان نیز اگرچه کاهش در زمان نسبت به سایر متغیرها کمتر می باشد اما باید توجه داشت که اثری که هر یک درصد کاهش در زمان می تواند بر جا گذاشته باشد نسبت به کاهش در فضا یا تجهیزات می تواند بیشتر باشد چرا که زمان به طور مستمر به عنوان یک متغیر مهم مطرح بود و به طور طبیعی کاهش زمان تولیدی اثری جدی بر هزینه کل فرایند تولید برجا خواهد گذارد.

فرضیه اصلی: بهبود فرایندهای لجستیکی در خط تولید مونتاژ ساینا با استفاده از سیستم کانبان به منظورکاهش هزینه های تولید (مطالعه موردی شرکت پارس خودرو) تاثیر دارد.

نتایج تحقیق حاضر به طور کلی نشان می دهد که اعمال سیستم کانبان می تواند منجر به اثرگذاری بر تمامی متغیرهای هفتگانه تعیین شده گردد به گونه ای که ۳۳ درصد نیروی انسانی، ۵۰ درصد تجهیزات،۱۶۸ درصد مسیرهای لجستیکی، ۳۶ درصد فضا در باراندازها ، ۱۲ درصد سطح موجودی،۵۲ درصد فضا در خطوط تولید و ۲۰ درصد زمان را کاهش می دهد که بیشترین اثرگذاری سیستم کانبان بر مسیرهای لجستیکی مشاهده می شود به گونه ای که اثری بیش از ۱۰۰ درصد و در واقع نزدیک به ۲۰۰ درصد را نشان می دهد در حالیکه کمترین اثرگذاری بر سطح موجودی به میزان ۱۲ درصد می باشد اما نباید از نظر دورداشت که این اثرگذاری اندک بر سطح موجودی از نظر هزینه می تواند بسیار موثر و قابل توجه باشد. بنابراین فرضیه اصلی تحقیق بر اساس نتایج حاصل قابل قبول میباشد.

فرضیه اول:بهبود فرایندهای لجستیکی در خط تولید مونتاژ ساینا تاثیر دارد.

نتایج حاصل از یافته های تحقیق نشان می دهد که بهبود فرایندهای لجستیکی می تواند منجر به بهبود فرایند تولید در خط مونتاژ ساینا شود چرا که فضای زیادی را آزاد نموده و از سوی دیگر می تواند زمان تولید را به مقدار قابل توجهی کاهش دهد. به گونه ای که زمان تولید تا ۲۰,۳۳ درصد به واسطه ا عمال سیستم کانبان و همچنین بهبود فرایندهای لجستیکی کاهش یافته و از سوی دیگر ۱۶۸ درصد فضا در باراندازها و ۵۲ درصد فضا در خطوط تولید باز شده که این منجر به بهبود فرایند تولید در خط مونتاژ خودروی ساینا شده است. بنابراین می توان گفت فرضیه فرعی اول مبنی بر اثرگذاری فرایندهای لجستیکی در خط مونتاژ مورد تائید قرار می گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه دوم:بهبود فرایندهای لجستیکی در کاهش هزینه های تولید تاثیر دارد.

با توجه به کاهش قابل توجه در تمامی منابع انتظار کاهش هزینه های تولید نیز وجود دارد با توجه به اینکه اعمال سیستم کانبان منجر به کاهش ۳۳ درصدی منابع انسانی می باشد این بدان معناست که ۳۳ درصد از هزینه حقوق و دستمزدی که به کارکنان تا کنون پرداخت میشده ا ضافی بوده و لذا منابع بیشتری به واسطه این کاهش نصیب سیستم می شود. این موضوع در خصوص تجهیزات و هزینه های تعمیر و نگهداری آنها نیز قابل توجه است به این صورت که به واسطه ۵۰ درصد کاهش در مصرف تجهیزات انتظار کاهش ۵۰ درصدی در هزینه این تجهیزات نیز وجود دارد به این صورت که با کاهش ۵۰ درصدی تجهیزات هزینه خرید و تعمیر و نگهداری که هزینه بالایی را به سیستم تحمیل می کند کاهش یا فته و لذا ۵۰ درصد در هزینه صرفه جویی می شود.در خصوص فضاها نیز باید یادآور شد که فضاهای اشغالی نیز با توجه به هزینه بالای زمین در خصوص مکان قرار گیری مورد مطالعه مشمول هزینه سنگینی می باشد که شاید در ابتدا امر چندان مشهود نباشد اما اگر چنانچه نیاز به تغییر مکان و مکانیابی مجدد برای تجهیزات تولیدی باشد هزینه اجاره یا خرید زمین کاملا گویای اثر گذاری بالا بر هزینه مورد نظر می باشد.نکته دیگری که نشانگر کاهش هزینه به واسطه بهبود فرایندهای لجستیکی می باشد کاهش زمان است که به طور طبیعی هر چه زمان ساخت کاهش یابد شروع فرایند ساخت محصول بعدی سریعتر انجام شده و لذا انتظار می رود سود بیشتری از این کاهش زمان حاصل شود بنابراین می توان گفت اثرگذاری فرا یندهای لجستیکی بر هزینه تولید در تحقیق حاضر کاملا ملموس و قطعی می باشد و بنابراین فرضیه فرعی دوم مورد تائید قرار می گیرد.

فرضیه سوم:عملکرد کانبان بر بهبود فرآیند لجستیک تاثیر دارد.

در مجموع تمامی نتایج حاصل پس از اعمال سیستم کانبان مشاهده می شود به این صورت که اعمال سیستم کانبان منجر به بهبود در تمامی متغیرهای تحقیق و در نهایت فرایندهای لجستیکی در خط تولید مونتاژ خودروی ساینا گردید این نتایج حاصل از مقایسه مدل جاری و پس از پیاده سازی کانبان با استفاده از رویکرد شبیه سازی گسسته پیشامد بود که نشان از تغییرات نسبی و گاها شدید در متغیرها به واسطه اعمال سیستم کانبان داشت. ملموس ترین تغییر در مسیرهای لجستیکی ، تجهیزات، فضای باراندازها و فضای خطوط تولید مشاهده شد هر چند تغییرات نسبی و کوچک نیز در سطح موجودی و زمان مشاهده شد که البته با توجه به اهمیت دو متغیر اشاره شده می توان گفت این اثرگذاری به شکل قابل توجهی خود را در هزینه های کاسته شده سیستم نشان می دهد. در مجموع بر اساس این یافته می توان گفت فرضیه سوم تحقیق مورد تائید قرار می گیرد.

منابع

برادران, وحید. (۱۳۹۷). تعیین تعداد بهینهٔ کانبان در سیستم‌های کانبان حمل با رویکردهای برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه و شبیه‌سازی. مدیریت تولید و عملیات, ۹(۱), ۱۸۱-۲۰۳. doi: 10.22108/jpom.2018.92445.0

رحیمی, زهرا, جوانمرد, حبیب اله, عزیزی, امیر, نجفی, سید اسماعیل. (۱۴۰۰). شناسایی فرایندها و اجزای لجستیک و تعیین روابط بین آنها جهت استقرار مراکز لجستیک (مطالعه مرکز لجستیک اراک). مدیریت عملیات, ۱(۲), ۱۲۱-۱۴۵.

کودکان فرانی، مرتضی و حسینی نسب، حسن و نخعی نژاد، مهدی،(۱۳۹۵)طراحی سیستم کانبان جهت بهبود سیستم‌های تولید و فروش شرکت سروصنعت سپاهان،دومین کنفرانس سراسری پیشرفتهای نوین در مهندسی صنایع، مدیریت، اقتصاد و حسابداری،شیراز،

همتی، محمدامین ، زارعی، مهناز (۱۳۹۶). شناسایی و اولویت بندی مولفه های موثر مدیریت لجستیک زنجیره تامین در شبکه های حمل و نقل با رویکرد تحلیل شبکه فازی(مطالعه موردی: شرکت پخش فرآورده های نفتی منطقه فارس)، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

یوسفی ساموئل، حسینی سید هادی. روش تصمیم گیری مبتنی بر تحلیل روابط خاکستری و مدل تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی ریسک در فرآیندهای لجستیکی. فصلنامه مهندسی تصمیم. ۱۳۹۷; ۲ (۵) :۱۴۸-۱۲۵

Bag, S., Gupta, S., & Kumar, S. (2021). Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development. International Journal of Production Economics, 231, 107844.

Ciemnoczolowski, D. D. & Bozer, Y. A. (2013). "Performance evaluation of small-batch container delivery systems used in lean manufacturing – Part 2: number of Kanban and workstation starvation". International Journal of Production Research, 51(2), 568–581.

Chaharsooghi S. K. & Sajedinejad A. (2010). "Determination of the Number of Kanbans and Batch Sizes in a JIT Supply Chain System". Transaction E: Industrial Engineering, 17 (2), 143-149.

Faccio, M., Gamberi, M. & Persona, A. (2013). "Kanban number optimisation in a supermarket warehouse feeding a mixed-model assembly system". International Journal of Production Research, 51(10), 2997-3017.

Glistau E., Machado N. I. C. (2018). Logistics 4.0 and the Revalidation of Logistics Concepts and Strategies, MultiScience - XXXII. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference University of Miskolc, 5-6 September, 2018. ISBN 978-963-358-162-9

Hou, T.H. & Hu, W.C. (2011). "An Integrated MOGA approach to determine the Pareto-optimal kanban number and size for a JIT system", Expert Systems with Applications, 38, 5912-5918.

Idris, M. R., Prakash, P. S., & Abdullah, A. (2020, March). E-Kanban hybrid model for Malaysian automotive component suppliers with IoT solution. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dubai, UAE (pp. 10-12).

Junior, M. L. and Filho M. G. (2010). "Review Variations of the kanban system: Literature review and classification", International Journal Production Economics, 125, 13–21.

Khojasteh, Y. & Sato, R. (2015). "Selection of a pull production control system in multistage

Lin, B. Liua, S. Linb, R. Wang, J. Sun, M. Wang, X, Liu, C, Wu, J. Xiao, J, (2019), The location-allocation model for multi-classification-yard location problem, Transportation Research Part E 122, 283–308

Markham I.S.: Mathieu R G.; Wray B. A.; (2000). Kanban Setting Through Artificial Intelligence: a Comparative Study of Artificial Neural Networks and Decision Trees; Integrated Manufacturing Systems, MCB University P RESS [ISSN 0967-606]; 239-246

Pedrielli, G., Alfieri, A. & Matta, A. (2015). "Integrated simulation–optimisation of pull control systems". International Journal of Production Research, 53(14), 4317-4336.

Rabbani, M., Layegh, J. & Mohammad Ebrahim, R. (2009). "Determination of number of kanbans in a supply chain system via Memetic algorithm". Advances in Engineering Software, 40, 431–437.

Silva, C., Ferreira, L. M., Thürer, M., & Stevenson, M. (2016). Improving the logistics of a constant order-cycle kanban system. *Production planning & control*, *27*(7-8), 650-659.

www.SID.ir

Archive of SID

Sapry, H. R. M., Sabli, S. F. H. M., & Ahmad, A. R. (2020). Exploring e-kanban application in the inventory management process. *Journal of Critical Reviews*. Innovare Academics Sciences Pvt. Ltd. https://doi.org/10.31838/jcr.07.08.02

www.SID.ir