مجله نخبگان علوم و مهندسی
Journal of Science and Engineering Elites
جلد ۸- شماره ۲ - سال ۱۴۰۲
www.ElitesJournal.ir

بهبود فرایندهای لجستیکی و آزاد سازی فضا با استفاده از رویکرد لجستیک نوین در شرکت ایران خودرو

یوسف آقائی پور[1*]، داریوش شفیع زاده[2]، امیررضا ملک آرا[3]، حمیدرضا حسن پور[4]

۱- دکترای مهندسی صنایع، کارشناس حوزه صنایع خودروسازی، مدرس دانشگاه و شرکت ایران خودرو، کنشگر حوزه خودروسازی سبز

۲-کارشناس ارشد MBA، کارشناس حوزه صنایع خودروسازی، کنشگر حوزه خودروسازی سبز

۳-کارشناس تکنولوژی مکانیک خودرو، کارشناس صنایع خودروسازی، کنشگر حوزه خودروسازی سبز

۴-کارشناس مهندسی فناوری کنترل و ابزار دقیق، کارشناس صنایع خودروسازی، کنشگر حوزه خودروسازی سبز

*yousef.a1359@yahoo.com

ارسال: خرداد ماه ۱۴۰۲ پذیرش: خرداد ماه ۱۴۰۲

چکیده

بکارگیری تفکر ناب و تغییر استراتژی لجستیک و تغذیه خطوط به تولید ناب، یکی از راه حل های پاسخگویی به نیاز افزایش تنوع تولید، افزایش بهره وری و سرعت تولید و گذر از روش تولید انبوه سنتی می باشد. این روش از دهه ۴۰ میلادی در شرکت تویوتا اجرا شده و در اواخر دهه ۸۰ شرکت های اروپایی نیز به منظور بقا در بازار رقابتی این تفکر را در خطوط تولیدی به اجرا گذاشتند. در شرکت ایران خودرو، بدلیل پروژه های افزایش ظرفیت و اهداف توسعه ای و افزایش تنوع تولید، چالش های لجستیک و تغذیه خطوط برای پوشش دادن تولید متنوع در یک خط بسیار جدی شده و استقرار تفکر ناب بعنوان یک راه حل اساسی مورد پذیرش مدیران ارشد قرار گرفته است. به منظور ارزیابی اثر بخشی این روش، اجرای پروژه کیتینگ در خط مونتاژ(۴و۲) مورد توجه قرار گرفته است. در پروژه کیتینگ خط ساب مونتاژ موتور، کلیه مراحل و سخت افزار مورد نیاز استقرار سیستم ناب بکارگیری و اجرا شد. مطابق این روش، پالت‌های حاوی قطعات بزرگ خودرو به فضایی بیرون از خط مونتاژ انتقال داده شده و قطعات هر خودرو براساس اطلاعات دریافتی از مشخصات و ترتیب بدنه‌های ورودی به خط تولید، درون یک ترولی به نام استند همراه چیدمان می گردند. ترولی‌ها که هرکدام حاوی مجموعه‌ای از قطعات یک خودرو هستند با بدنه متناظر خود در خط مونتاژ همراه شده و هر قطعه در ایستگاه مربوط به خود، توسط اپراتور روی خودرو نصب می گردد. در این مقاله، به تشریح اجرای طرح کیتینگ برای بهبود فرایندهای لجستیکی و آزادسازی فضا و همچنین نتایج اجرای این طرح در شرکت ایران خودرو ارائه شده است.

کلمات کلیدی: لجستیک، تغذیه خطوط تولید، کیتینگ، تفکر ناب، ایران خودرو.

۱- مقدمه

مفهوم تولید در اغلب شرکتهای تولیدی در قالب یکی از فرایند های مونتاژ[1]، ساخت[2] و یا ترکیبی از این دو در سطح شرکت، شناخته می شود. صنایع خودرو سازی با توجه به پروسه تولید خود جهت بکارگیری حداکثر ظرفیت سعی نموده اند تا کلیه فرایندهای

[1] Assembly
[2] Manufacturing

ساخت و مونتاژهای فرعی وابسته به آن را در قالب برون سپاری به بیرون سازمان هدایت نمایند. تامین قطعات نیز به تامین کنندگان بیشماری سپرده گردیده و تنها فعالیتهای مربوط به مونتاژ در سایت[1] اصلی انجام می پذیرد. در چنین فضایی تحت کنترل بودن پیوسته و مداوم سطح موجودی ها بر خلاف سایر محیطهای تولیدی از اهمیت شایانی برخوردار است. اغلب در چنین محیط هایی بدلیل سرمایه گذاری بسیار سنگین انجام شده، خطوط تولید بایستی بطور پیوسته مشغول تولید بوده و هر لحظه توقف خط (خصوصا در موارد قابل جلوگیری نظیر موارد ناشی از کمبود موجودی) زیان های سنگینی وارد نموده و هزینه فرصت از دست رفته بسیاری خواهد داشت. توقف خط ناشی از کمبود موجودی می تواند به دو دلیل به وقوع بپیوندد:

الف – عدم وجود قطعه در انبارهای شرکت که این امر بایستی با برنامه ریزی های مناسب تامین و سفارشات که می تواند بر مبنای MRP[2] و یا الگوی VMI[3] باشد مرتفع شود.

ب - عدم تغذیه مناسب خط با وجود قطعه در انبارهای شرکت که ناشی از عدم وجود یک سیستم یکپارچه تغذیه خطوط تولیدی می باشد.

در محیطهایی که تعداد قطعات محصول زیاد باشد (نظیر خودرو سازی با حدود متوسط ۴۰۰۰ قطعه برای هر نوع خودرو) پیچیدگی کترل فرایند توزیع قطعات بطور وحشتناکی افزایش خواهد یافت وکنترل موجودی قطعات در خطوط تولید اهمیت بسیاری خواهد یافت. لذا وجود سیستمی جامع و یکپارچه که بتواند کلیه قطعات و وجود آنها با مشخصات مطلوب را تحت کنترل مداوم داشته باشد اجتناب ناپذیر می نماید.

یکی از راه‌حل های تغذیه خطوط تولیدی در صنایع خودرو سازی با استفاده از کیتینگ[4] است. کیت[5] مواد به عنوان یک راه حل موثر برای سازماندهی تحویل به موقع JIT[6] پیرامون وظایف مونتاژ پیشنهاد شده است. بر خلاف عرضه مداوم، که در آن هر شماره قطعه به طور کلی در یک ظرف جداگانه ارائه می شود، کیت به این معنی است که قطعات در کیت های از پیش مرتب شده تحویل و به عملیات مونتاژ ارائه می شوند و هر کیت حاوی قطعاتی برای یک شی مونتاژ است. در بسیاری از موارد، هر کیت به شکلی از حامل، مانند جعبه یا چرخ دستی، تحویل و ارائه می شود. کیت می تواند در یک موقعیت ثابت در یک ایستگاه مونتاژ ارائه شود یا در صورت مونتاژ در امتداد یک خط مونتاژ، کیت می تواند همراه با شی مونتاژ در طول خط حرکت کند[۱].

بوزر و مک گینیس[7] ۱۹۹۲ کیت را به عنوان "مجموعه خاصی از اجزا و یا مجموعه های فرعی که با هم (یعنی در یک ظرف) از یک یا چند عملیات مونتاژ برای یک محصول معین یا "سفارش فروشگاه" پشتیبانی می کنند"، تعریف می کنند.

روش تغذیه کیتینگ شباهت زیادی به سنکرون داشته با این تفاوت که در سنکرون فقط یک نوع قطعه با رنگها یا شماره فنی های متفاوت بر روی یک استند به کنار خط حمل می گردند ولی در این روش یک دسته از اقلام در یک ظرف یا استند قرار گرفته و برای مصرف به خط ارسال می گردد. این روش بصورت خلاصه عبارت است از خرده برداری یک مجموعه از قطعات مربوط به یک محصول به مقدار از پیش تعیین شده در ظروف حمل خاص و ارسال آنها به محل مصرف در زمان مشخص [۲] در زمینه تامین مواد در کارخانه، اصل کیت اغلب مورد بحث قرار می گیرد، زیرا بیان شده است که تعدادی از مزیت ها را نسبت به اصل سنتی تر عرضه مداوم (همچنین به عنوان ذخیره سازی خطی شناخته می شود) ارائه می دهد. با این حال، اگرچه کیتینگ چندین سال است که در صنعت استفاده شده است، تحقیقات نسبتا کمی تأثیر آن را به طور خاص بویژه در صنایع خودروسازی ایران بررسی کرده است. انتخاب روش مناسب تغذیه مواد و قطعات به خطوط مونتاژ، یکی از اساسی ترین تصمیماتی می باشد که در سالهای اخیر مورد توجه شرکتهای تولیدی به خصوص صنایع اتومبیل سازی قرار گرفته است. این سازمانها به دلایل متعدد از جمله؛ کنترل

[1] Plant
[2] Material Requirements Planning
[3] Vendor Managed Inventory
[4] Kitting
[5] kit
[6] Just In Time
[7] Bozer and McGinnis

موجودی اثربخش، تغذیه مناسب اقلام (کیفی و کمی) و قطعات به خطوط مونتاژ، قابلیت دسترسی آسان به اقلام و قطعات و سهولت در مونتاژ آنها، جلوگیری از ایجاد توقف، بهبود جریان مواد، ممانعت از افزایش پیچیدگی فرآیند توزیع و افزایش انعطاف پذیری در مواجه با تغییرات ناگهانی تقاضای مشتری، بدنبال استقرار سیستمهای نوین می باشند.

با توجه به رشد سریع بازار، رقابت شرکت های خودروساز و ضرورت تولید خودروهای متنوع در راستای بقای شرکت، تغییر و بهبود زیربنایی در روش های لجستیکی تغذیه خطوط، از پیش نیازهای ضروری به حساب آمده است. پیاده سازی پروژه "کیتینگ" با رویکرد قابلیت تولید محصولات متنوع، ارتقای کیفیت، ساماندهی و خلوت سازی فضای کنار خط و بهبود 5S، کاهش هزینه، کاهش خطای اپراتور و کاهش خستگی و فرسودگی آنها، بهبود ارگونومی و بروزرسانی روش های قدیمی لجستیکی، در دستور کار قرار گرفت.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- روش تغذیه کیتینگ

کیتینگ فرایندی است که در آن اقلام جداگانه اما مرتبط با هم انتخاب، بسته بندی و به عنوان یک شماره قطعه عرضه می شوند. به عنوان مثال، در سفارش آنلاین کیت تعمیرات اساسی موتور، یک فروشنده یا توزیع کننده ممکن است پیستون، رینگ، مهر و موم و سایر قطعات یدکی لازم را از چندین فروشنده انتخاب کند [۳].

انواع کیت عبارتند از هانسن و برولین[1]، ۲۰۱۳ :

- کیت ثابت: کیت ثابت یک ایستگاه کاری را پشتیبانی می کند.
- کیت همراه: یک کیت چندین ایستگاه را پشتیبانی می کند.

کیت همراه شامل دو نوع می باشد در حالت اول محصول و کیت در یک ظرف خاص همراه محصول جابجا می گردد و در حالت دوم محصول و کیت به صورت جداگانه و موازی جابجا می گردد.

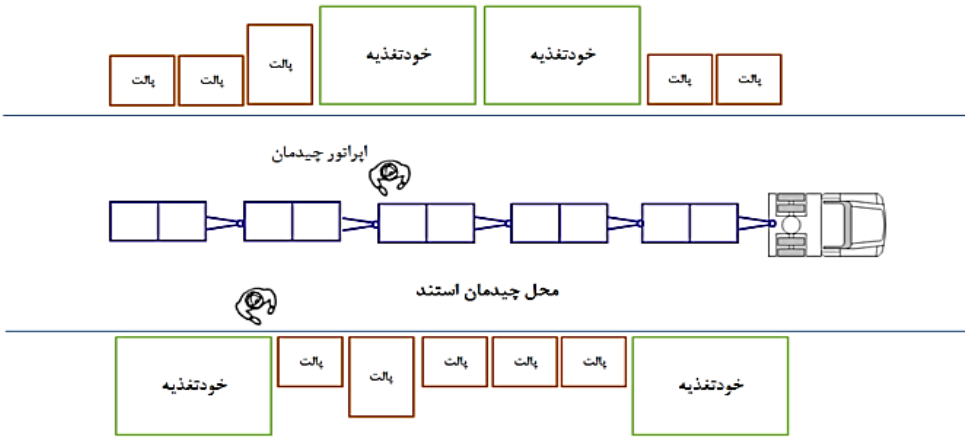
دلایل استفاده از روش کیتینگ به شرح زیر است:

- محدودیت فضای پالت چینی کنار خط و عدم امکان جانمایی اقلام کلیه محصولات و واریانت های آن
- افزایش تنوع قطعات و کاهش سطح فضای انبارش ایستگاههای کاری
- کنترل و اجرای بهتر موجودی کنار خط
- کیفیت پایین قطعات و لزوم کنترل کیفی قبل از ارسال به خط
- ریسک های مخلوط شدن قطعات و لزوم کنترل آن قبل از اینکه در دسترس اپراتور قرار گیرد[۱].

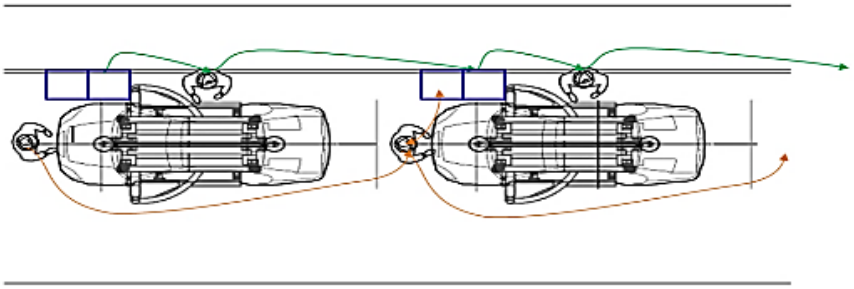
در روش تغذیه کیتینگ، برخی از قطعات خودروهای درحال تولید، از فضای لجستیکی خط تولید حذف شده و در ناحیه‌ای بیرون از خط تولید چیدمان می‌شوند. ما این قطعات را قطعات کیتینگ و ناحیه‌ای که در آن چیدمان می‌شوند را ناحیه کیتینگ یا ناحیه چیدمان می‌نامیم. نمونه‌ای از چیدمان ناحیه کیتینگ در شکل ۱ نشان داده شده است. مشخصات و ترتیب خودروهای ورودی به خط تولید، از محلی که ایستگاه ثبت نامیده می‌شود به ناحیه کیتینگ ارسال می‌گردد و پرینتی از اطلاعات آنها در اختیار اپراتورهای این ناحیه قرار می‌گیرد تا مطابق آن مجموعه‌ای از قطعات خاص یک بدنه در خط تولید در یک استند چرخ‌دار که ما آن را استند همراه می‌نامیم چیدمان و تجمیع می‌گردند. سپس یک دسته Rتایی از استندهای همراه که متناظر با R خودرو در خط تولید است و دسته انتقال نامیده می‌شود به صورت دستی یا توسط وسیله‌ای مانند یدک‌کش یا AGV[2]، از ناحیه کیتینگ به یکی از ایستگاه‌های خط تولید منتقل می‌شوند. در این ایستگاه که ایستگاه ورودی نامیده می‌شود، هر یک از استندهای همراه در کنار خودروی متناظر خود قرار گرفته و به همراه آن در طول خط تولید حرکت می‌کند [۵].

[1] Hanson, R., and A. Brolin
[2] Automated Guided Vehicle

شکل۱- نمونه‌ای از چیدمان ناحیه کیتینگ



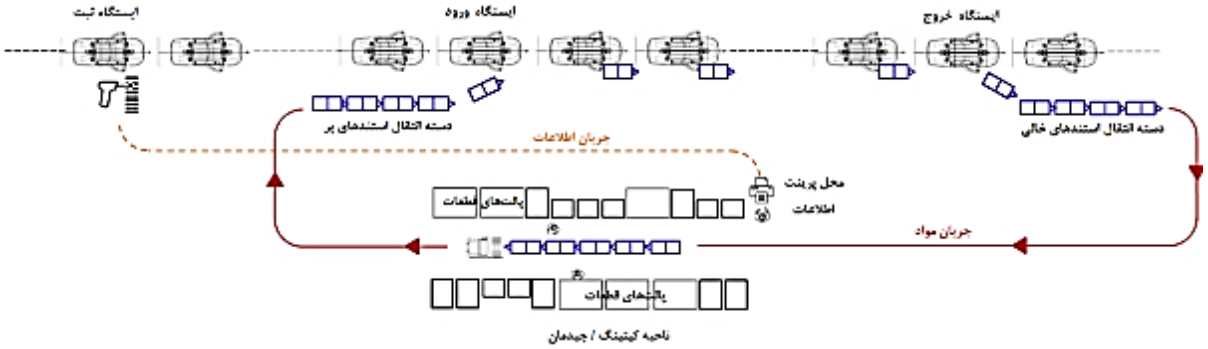
شکل۲- نحوه اتصال استند به بدنه و مصرف قطعات داخل آن توسط اپراتور تولیدی



طبق تخصیص عملیات در خط تولید، مطابق شکل۲ هر یک از قطعات داخل استند همراه در ایستگاه مربوطه توسط اپراتور برداشته شده و بر روی خودرو مونتاژ می‌گردند تا زمانی که قطعات داخل استند همراه به طور کامل استفاده شوند. استندهای خالی در ایستگاه دیگری به نام ایستگاه خروجی، از خط تولید خارج شده و به یکدیگر متصل می‌گردند. استندهای خالی در دسته‌های Rتایی مجددا به ناحیه کیتینگ منتقل می‌شوند و مطابق اطلاعات دریافتی از مشخصات خودروهای ورودی به خط تولید، دوباره چیدمان می‌گردند. کل این فرایند، در شکل۳ به تصویر کشیده شده است.

از آنجا که در این روش، ناحیه چیدمان در فضایی بیرون از خط تولید قرار دارد امکان تخصیص فضا به اندازه‌ای که قطعات مدل‌های مختلف خودروهای تولیدی را در برگیرد وجود خواهد داشت در حالی که برای همه انواع خودروها در خط تولید، فضای یکسانی به اندازه یک استند اشغال می‌شود. این مورد تولید همزمان مدل‌های مختلف خودرو در یک خط تولید را امکان‌پذیر خواهد کرد[۶].

شکل ۳ - گردش استند همراه در سالن مونتاژ



علاوه بر امکان تولید همزمان خودروهای متنوع، روش تغذیه کیتینگ مزایای بسیار دیگری را به همراه می‌آورد. یکی از آنها کاهش قابل ملاحظه‌ی خطاهای اپراتوری در مونتاژ اشتباه قطعات مشابه است که معمولاً هنگام تولید همزمان خودروهای متنوع در کنار یکدیگر اتفاق می‌افتد[۷-۸].

۲-۲- تاثیر کیتینگ بر بهبود تولید

در صنعت تولید، کیت به سازماندهی، بسته بندی و تحویل محصولات یا اجزای مورد نیاز برای یک کار مونتاژی خاص به عنوان یک بسته به محل مونتاژ اشاره دارد (بوزر و مک گینیس ۱۹۹۲). این کیت یک حامل است، مانند جعبه یا چرخ دستی، که شامل قطعات و مواد مصرفی برای یک کار مونتاژ است (هانسون و مدبو ۲۰۱۲). قطعات موجود در کیت ها به مشخصات مشتری یا محصول در هر مکان بستگی دارد و ممکن است بین کیت های یک کار مونتاژ متفاوت باشد لیمره[1] و همکاران، ۲۰۱۲ در تولید، کیتینگ تقریباً به همین صورت عمل می کند، اما بیشتر به کارایی خط تولید مربوط می شود تا افزایش درآمد [۹] تمام قطعات مورد نیاز در کیت در یک فروشگاه مرکزی چیدن که اغلب مرکز تجمیع نامیده می شود، قرار می گیرد. از طریق مراکز تجمیع، مواد برای یک دوره زمانی تا تحویل آنها به کارگاه‌ها یا سایت ها بر اساس JIT توسط کارگران تدارکات نگهداری می شود سالیوان[2] و همکاران ۲۰۱۱ مراکز لجستیک را می توان با گسترش مقیاس عملیات به شیوه ای کارآمد مورد استفاده قرار داد. به طور خاص، مراکز لجستیک را می توان با سایر روش های لجستیک ترکیب کرد [۱۰-۱۱] بیان کرد که مراکز لجستیک را می توان برای اهدافی مانند مونتاژ، کیت، تجمیع، مرتب سازی و شکستن مواد خریداری شده به صورت عمده پیکربندی کرد.

چند راه وجود دارد که کیتینگ می تواند تولید را بهبود بخشد:

- کیتینگ فرایند تولید را سرعت می بخشد.

یکی از مزیت های کیت این است که با کاهش زمان جابجایی مواد و بهبود سرعت انتخاب و گزارش، فرایند تولید را سرعت می بخشد. این به این دلیل است که تمام قطعات مورد نیاز از قبل با هم هستند و در زمان جستجوی اجزا در سطح طبقه کارگاه صرفه جویی می شود. به این ترتیب، تنها کاری که کارگران باید انجام دهند مونتاژ محصول است، با این امتیاز اضافه که می توانند قبل از شروع مونتاژ، کیفیت هر قسمت را بررسی کنند.

- کیت کردن هزینه های شما را کاهش می دهد.

کیتینگ همچنین می‌تواند طیف وسیعی از صرفه‌جویی در فرایندهای تولیدی را برای شما فراهم کند. اگر همه اجزای شما با هم چیده شده باشند، فضای کمتری را در انبار اشغال خواهند کرد، زیرا شما فقط به اندازه نیاز خود ذخیره خواهید کرد. این ممکن است میزان پرداختی برای فضای ذخیره سازی خود را کاهش دهد. شما همچنین فقط هزینه حمل و نقل را برای هر کیت به عنوان یک کالای جداگانه به جای هر جزء در کیت پرداخت خواهید کرد. در نهایت، محاسبه هزینه تولید یک کالا بسیار ساده‌تر است، زیرا دقیقاً می‌دانید چه اجزایی در هر کیت و در چه مقداری وجود دارد.

- کیتینگ مدیریت موجودی بهتری را فراهم می کند.

همانطور که در بالا ذکر شد، کیت یافتن قطعات را آسان‌تر می‌کند، که به‌ویژه در تولیداتی که نیاز به استفاده از انواع اجزای کوچک دارند، مفید است. به هر کیت یک شماره داده می شود که یافتن آن را نسبت به جستجوی جداگانه هر قطعه، بسیار آسان تر می کند.

۳- روش‌شناسی تحقیق

در این مقاله به بهبود فرایندهای لجستیکی و آزاد سازی فضا با استفاده از رویکرد کیتینگ در ایران خودرو پرداخته شد. در راستای انجام کار، ابتدا به شناخت محیط مورد مطالعه از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته پرداخته شده و پس از شناسایی نقاط ضعف و قوت، مسئله تحقیق تعریف گردید. سپس گامهای اجرایی کیتینگ زیر نظر خبرگان و مدیران، طراحی و اجرا گردید. در نهایت، با مقایسه وضعیت قبل از اجرا و بعد از اجرا، اعتبار پروژه اجرا شده ارزیابی شده است. در این مقاله، جامعه آماری تحقیق شامل کلیه مدیران و کارکنان اجرایی در خطوط تولید ایران خودرو می‌باشند که از بین انها افراد با سابقه کار و تحصیلات بالاتر بعنوان نمونه اماری و انجام مصاحبه نیمه ساختار یافته انتخاب گردیدند.

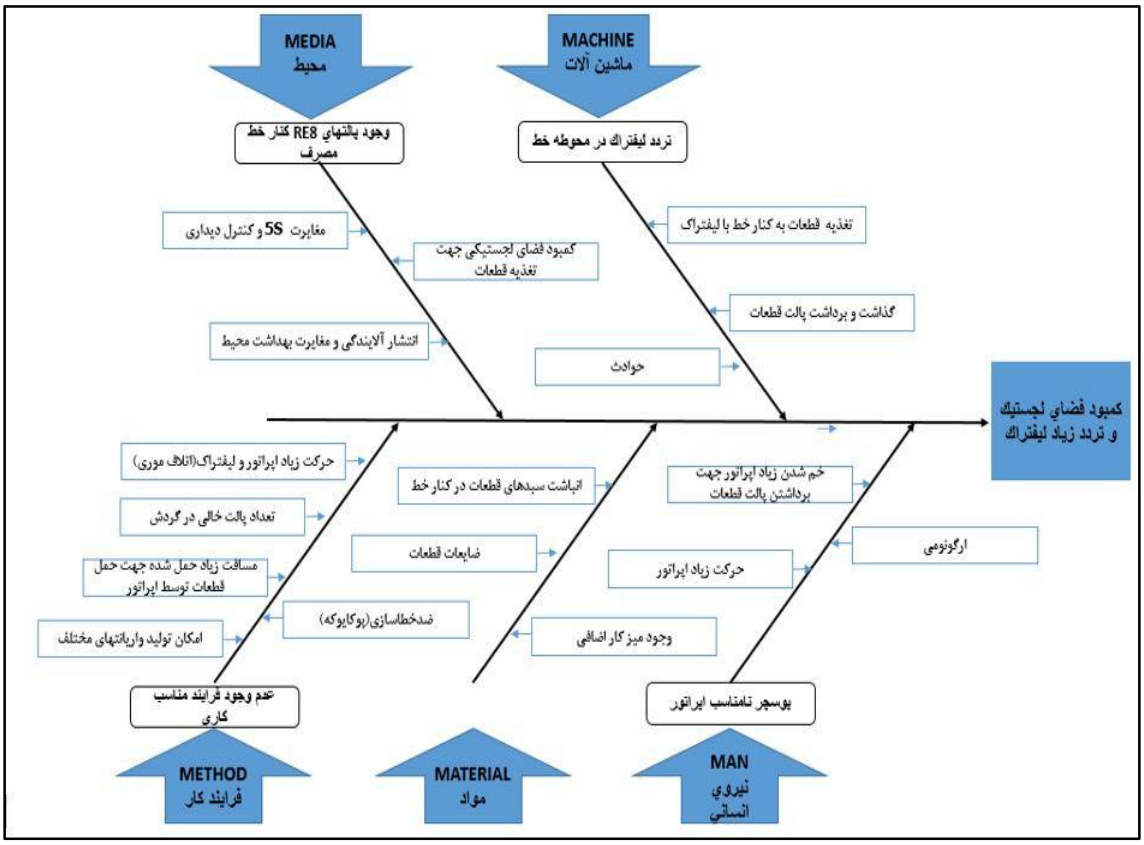
---

[1] Limère
[2] Sullivan

۳-۱- تعریف مسئله

همانطور که پیشتر گفته شد، هدف تحقیق حاضر" بهبود فرایندهای لجستیکی و آزاد سازی فضا با استفاده از رویکرد کیتینگ در ایران خودرو" است. در این تحقیق وجود مسائلی مانند کمبود فضای لجستیکی و تردد زیاد لیفتراک، محقق را بر آن داشت که به بررسی اجرای پروژه کیتینگ بپردازد. علتهای ایجاد مسئله کمبود فضای لجستیکی و تردد زیاد لیفتراک، در ۵ دسته اصلی "محیط"، "فرایند کار"، "مواد"، "ماشین آلات" و "نیروی کار" دسته بندی شده‌اند (شکل ۴).

شکل ۴ - نمودار استخوان ماهی علت های مسئله



جدول۱- دلایل تعریف پروژه

ردیف	ضرورت تعریف پروژه
۱	تردد بالای لیفتراک در سالن های مونتاژ
۲	عدم امکان تولید همزمان محصولات متنوع
۳	تداخل تردد انسان و لیفتراک
۴	عدم استفاده از فرایندهای نوین لجستیکی
۵	ضد خطا نبودن فرایند

۳-۲- اهداف اجرای طرح

این پروژه در راستای بهبود فرایندهای لجستیکی انجام شده و اهداف آن به شرح زیر می‌باشند:

- آزاد سازی فضای لجستیکی کنار خط
- ایجاد امکان تنوع تولید
- بهبود وضعیت دیداری و 5s سالن
- کاهش انتشار آلایندگی گازهای خروجی ناشی از تردد لیفتراک و حرکت بسوی لجستیک سبز

- کاهش زمان ساخت تولید بدلیل کاهش گامهای اپراتور و سهولت انجام کـار
- ارتقـاء بهـره وری در زنجیـره تامین و نیروی انسانی

جدول ۲- اهداف پروژه

ردیف	اهداف پروژه
۱	آزاد نمودن فضای کنار خط تولید، ناشی از اجرای کیتینگ(حدودا ۲۰۰۰ مترمربع)
۲	کاهش تداخل جریان نیروی انسانی و تجهیزات لجستیکی و محصول نهایی در جنوب سالن های مونتاژ
۳	امکان کنترل دقیقتر مصرف قطعات و کاهش سطح موجودی در ایستگاه های کاری
۴	کاهش محدویتهای فضا جهت انجام پروژه تولید خودروهای جدید وامکان ایجاد تنوع تولید درآینده
۵	دستیابی به شاخص های مرتبط با +IKPS (بهبود وضعیت 5S ، ایمنی و...) و بهبود وضعیت دیداری و تصویر ذهنی (visual management) بازدیدکنندگان از خطوط تولید)
۶	رضایت مندی پرسنل تولید ناشی از در دسترس بودن قطعات در زمان مونتاژ
۷	استقرار سیستم های نوین لجستیکی در سالن های مونتاژ
۸	بهبود ارگونومی و ارتقای بهره وری نیروی انسانی در ایستگاه های کاری

۳-۳-روش اجرای پروژه

در این پروژه با انتقال ۱۷ آیتم از قطعات از کنار خط به محوطه کیتینگ، فرایند تغذیه به روش سنتی حذف و روش جدید کیتینگ جایگزین شده است. این ۱۷ آیتم شامل ۹ قطعه گروه A (پالتی) و ۸ قطعه گروه B (کارتن و سبد) در ایستگاه ۱۶تا ۱۹ خط تزئینات مونتاژ۴ می‌باشند. در روش کیتینگ، قطعات بصورت کیت شده و مختص هر خودرو در سبدهای مخصوص چیدمان و با یدک کش به کنار خط منتقل گردیده و توسط اپراتور تولید، داخل خودرو نصب یا مونتاژ می‌گردد.

جدول ۳ - لیست قطعات

ردیف	شرح قطعه	شماره فنی
۱	جلوآمپر مالشی پلکس	IK00019080
۲	مجموعه قاب ستون فرمان خاکستری تیره	IK003226DG
۳	جلوآمپر مالشی پلکس	IK00495480
۴	جلو آمپر	IK00761680
۵	مجموعه پایه و دسته راهنما و برف پاک کن	YG20237599
۶	سیم جمع کن پشت ماژول کیسه هوا	IK00019680
۷	مجموعه کاور درب جعبه فیوز داشبورد خاکستری تیره	IK003303DG
۸	مجموعه کاور درب جعبه فیوز داشبورد بژ متوسط مانترا	IK003303RB
۹	سیم جمع کن پشت ماژول کیسه هوا	IK00646680
۱۰	کمربند ایمنی جلو چپ	7571049
۱۱	کمربند ایمنی جلو راست	7571051
۱۲	مجموعه کمربند ایمنی جلو با پیش کشنده	YG20216594
۱۳	مجموعه کمربند ایمنی عقب سه نقطه‌ای-مشکی	7590019
۱۴	مجموعه کلیه آفتاب گیرها-خاکستری روشن	IK007674LG
۱۵	مجموعه کلیه آفتاب گیرها-بژ روشن	IK007674LB

۱۶	مجموعه کلیه آفتاب گیر چپ و راست با لیبل ایربگ خاکستری	YG20215844
۱۷	مجموعه کلیه آفتاب گیر چپ و راست با لیبل ایربگ بژ	YG20215845

شکل۵- برنامه زمانبندی پروژه

۴- نتایج اجرای پروژه

جهت اجرای پروژه پس از شناخت محیط و مشکلات و چالشها، برنامه زمانبندی پروژه تهیه شد و اجرای پروژه آغاز گردید. در گام تعیین مشکلات و چالشها، مشاهده شد که قبل از اجرای پروژه، جهت تغذیه قطعات از بارانداز جنوبی به ایستگاه ۱۰، مسافت ۴۵۰ متر توسط لیفتراک طی می گردد و از طرفی تعداد پالتهای استقرار یافته کنار خط بسیار زیاد است شکل۶.

شکل ۶- وضعیت بارانداز جنوبی قبل از اجرای پروژه

شکل۷- وضعیت بارانداز جنوبی بعد از اجرای پروژه

شکل۸- وضعیت سبدهای قطعات قبل از اجرای پروژه

شکل۹- وضعیت سبدهای قطعات بعد از اجرای پروژه

پس از بررسی وضعیت موجود، مشکلات و چالش ها، مسئله تعریف گردید، تیم کاری مشخص شده و اجرای پروژه صورت گرفت. در ادامه برخی از تصاویر مراحل اجرای پروژه ارائه شده است.

۴-۱- مراحل ایجاد فضا برای سوپرمارکت خط تزئینات ۱ سالن مونتاژ ۴

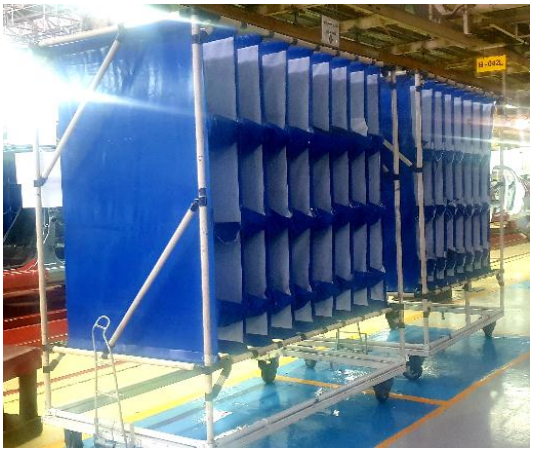
شکل۱۱- تامین فضای سوپرمارکت

شکل۱۰- مراحل تامین فضای سوپرمارکت

شکل۱۳- فضای سوپرمارکت بعد از اجرای پروژه

شکل۱۲- فضای سوپرمارکت بعد از اجرای پروژه

۴-۲- نمونه گاری های ساخته شده



شکل ۱۵- گاری حمل قاب ستون و چراغ

شکل ۱۴- گاری جزیره ای جهت قطعات ریز

شکل ۱۶- سبدهای آماده شده کیت بعد از اجرای پروژه

شکل ۱۷- انتقال سبدهای آماده شده کیت توسط سیستم هدایت هوشمند(AGV) به خطوط بعد از اجرای پروژه

شکل ۱۸- تغذیه قطعات کیتینگ شده به داخل خط تولید بعد از اجرای پروژه

شکل ۱۹- وضعیت خط فاینال بعد از اجرای پروژه

۴-۳- اهم فعالیت های انجام گرفته

۴-۳-۱- بهبود لجستیک خط درب سالن مونتاژ ۴

- آزاد سازی فضای کنار خط درب به میزان ۱۹۸ متر مربع
- کاهش ۴۰ درصدی موجودی کنار خط
- حذف تردد لیفتراک خط درب
- بهبود حساب پذیری و کنترل مصرف قطعات
- امکان افزایش تولید و تنوع محصول
- بهبود در مدیریت دیداری و اجرای(5S) خطوط تولید
- کاهش ضایعات بدلیل کاهش موجودی قطعات
- کاهش هزینه نگهداری و کاهش سطح آلایندگی

شکل۲۱- وضعیت خط درب بعد از اجرای پروژه

شکل۲۰- وضعیت خط درب قبل از اجرای پروژه

۴-۳-۲- بهبود لجستیک خط تزئینات ۱ سالن مونتاژ ۴

- آزاد سازی فضای کنار خطوط به میزان 353 متر مربع
- حذف تردد لیفتراک برای تغذیه قطعات کنار خط تولید
- کاهش ۴۶ درصدی موجودی کنار خط
- بهبود در مدیریت دیداری و اجرای(5S) خطوط تولید
- حذف ۲۹ کانبان شلف از کنار خط
- کاهش ضایعات بدلیل کاهش موجودی

بهبود حساب پذیری - BACK FLASH

- کاهش هزینه نگهداری استند نسبت به قفسه های قبلی

شکل۲۳- وضعیت خط تزئینات ۱ بعد از اجرای پروژه

شکل۲۲- وضعیت خط تزئینات ۱ قبل از اجرای پروژه

۴-۳-۳- بهبود لجستیک خط تزئینات ۲ سالن مونتاژ۴

- آزاد سازی فضای کنار خطوط به میزان ۱۲۰ مترمربع
- کاهش ۴۶ درصدی موجودی کنار خط
- منع تردد لیفتراک برای تغذیه قطعه به خط تولید
- کاهش ضایعات بدلیل کاهش موجودی قطعات
- بهبود در مدیریت دیداری
- بهبود حساب پذیری و BACK FLASH

کاهش هزینه نگهداری استند (نسبت به قفسه های قبلی)

شکل۲۵- وضعیت خط تزئینات ۲ بعد از اجرای پروژه

شکل۲۴- وضعیت خط تزئینات ۲ قبل از اجرای پروژه

۴-۳-۴- بهبود لجستیک خط فاینال سالن مونتاژ۴

- آزاد سازی فضای کنار خط به میزان ۱۷۵ متر مربع
- حذف تردد لیفتراک در خط فاینال
- کاهش ۴۳ درصدی موجودی کنار خط
- بهبود حساب پذیری و کنترل مصرف قطعات
- رضایتمندی پرسنل
- کاهش ضایعات مطابق با کاهش موجودی قطعات
- کاهش مشکلات اسکلتی عضلاتی اپراتورها

شکل ۲۷- وضعیت خط فاینال بعد از اجرای پروژه

شکل ۲۶- وضعیت خط فاینال قبل از اجرای پروژه

۴-۳-۵- بهبود لجستیک خط سکو مونتاژ۴

- آزاد سازی فضای کنار خط
- حذف تردد لیفتراک در خط فاینال
- کاهش ۴۰ درصدی موجودی کنار خط
- بهبود حساب پذیری و کنترل مصرف قطعات
- رضایتمندی پرسنل
- کاهش ضایعات مطابق با کاهش موجودی قطعات
- کاهش مشکلات اسکلتی عضلاتی اپراتورها

شکل ۲۹ – وضعیت خط سکو بعد از اجرای پروژه

شکل ۲۸ – وضعیت خط سکو قبل از اجرای پروژه

پس از اجرای کامل پروژه، مسافت طی شده توسط لیفتراک بعد و قبل از انجام پروژه مقایسه گردید. گزارش میزان مسافت طی شده لیفتراک در طی یکسال در وضعیت قبل و بعد از انجام پروژه در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول۴ – میزان مسافت طی شده لیفتراک در طی یکسال در وضعیت قبل و بعد از انجام پروژه

نوع مسافت	قبل از اجرای پروژه	بعد از اجرای پروژه	درصد بهبود
مقدار مسافت طی شده لیفتراک از بارانداز جنوبی تا ایستگاه	۴۵۰	۲۰۰	۵۵.۶
مسافت طی شده در طول یکسال (۲۷۰ روز کاری) واحد متر=۲۷۰*۴۵۰	۱۲۱۵۰۰	۵۴۰۰۰	۵۵.۶
مسافت طی شده در طول یکسال (۲۷۰ روز کاری) واحد کیلومتر=۱۲۱۵۰۰/۱۰۰۰	۱۲۱.۵	۵۴	۵۵.۶
مسافت طی شده در طول یکسال (۲۷۰ روز کاری) با احتساب ۹ بار رفت و برگشت به منظور تعویض ۹ پالت (کیلومتر)=۱۲۱.۵*۹	۱۰۹۳	۴۸۶	۵۵.۵
تعداد قطعات گروه A	۹	۹	–
تعداد قطعات گروه B	۸	۸	–

جدول۵ – نتایج اجرای پروژه

ردیف	شرح	مقایسه با وضعیت فعلی
۱	ایجاد قابلیت تنوع تولید محصول در مونتاژ۴ باتوجه به محدودیت فضای لجستیکی در مونتاژ۴	روبرو شدن با مشکل در تولید محصولات متنوع
۲	کاهش مغایرت ایمنی تداخل مسیر تردد پرسنل و ادوات لجستیکی در سالن مونتاژ۴	تداخل مسیر تردد پرسنل و ادوات لجستیکی
۳	حذف سازه ناایمن رختکنی پرسنل در مونتاژ۴	سازه رختکنی در این سالن ناایمن می باشد.
۴	کاهش میزان تردد لیفتراک و امکان کاهش تعداد آنها	تعداد بالا و میزان تردد بالای لیفتراک
۵	ضدخطاسازی اپراتور کنار خط تولید	حذف امکان انتخاب قطعه، توسط اپراتور
۶	بهبود ارگونومی اپراتور با حذف مودای حرکت	خستگی و فرسودگی اپراتور به واسطه حرکت و تردد بالا
۷	حذف دوباره کاری	دوباره کاری به دلیل انتخاب قطعه اشتباه توسط اپراتور
۸	بهبود مدیریت دیداری با کاهش موجودی پای خط	شلوغی ومحبوس بودن اپراتور خط تولید بین پالتها وقفسه ها
۹	کاهش ریسک حوادث	امکان وقوع حادثه
۱۰	کاهش توقفات با تشخیص به موقع قطعات نامنطبق	امکان توقف خط تولید به واسطه قطعه نامنطبق

۵- جمع‌بندی

در ابتدای مقاله به بهبود فرایندهای لجستیکی و آزاد سازی فضا با استفاده از رویکرد کیتینگ در ایران خودرو پرداخته شده است. باتوجه به سابقه و تجربه موفق اجرای پروژه کیتینگ در سالن مونتاژ۱ و امکان تولید محصولات متنوع و نیز کسب نتایج مطلوب از این پروژه، از جمله بهبود کیفیت، بهبود مدیریت دیداری، بهبود ارگونومی و رضایت پرسنل، ضرورت اجرای این پروژه در سالن های دیگر مدیریت مونتاژ محسوس گردید. لذا محققان شاغل و مدیران این شرکت بر آن شدند که طرح کیتینگ را در خطوط تولیدی ایران خودرو اجرا کرده و از نتایج کارآمدی روش تغذیه مجموعه‌ای یا کیتینگ در ایجاد خط تولید منعطف برای تولید همزمان خودورهای متنوع بهره ببرند. مقایسه نتایج قبل از اجرای طرح و بعد از اجرای آن، حاکی از بهبود در فرایندهای لجستیکی در ایران خودرو می‌باشد.

از دستاوردهای اجرای این طرح می‌توان به موارد زیر در شرکت ایران خودرو اشاره کرد:

- قابلیت افزایش تنوع تولید
- افزایش بهره وری خط
- بهبود شرایط ارگونومی
- کاهش/ حذف تردد لیفتراک
- آغاز بومی سازی دانش ناب، تکیه بر تجربه بین المللی و زمینه سازی برای توسعه پروژه در کل خطوط
- پیاده سازی طراحی مدولار

در این پروژه با تفکر ناب و به منظور انعطاف پذیری سیستم در اعمال تغییرات و سهولت نگهداری و تعمیرات، طراحی سیستم بصورت مدولار انجام گرفت. ویژگی های اصلی طراحی مدولار عبارتند از:

- انعطاف پذیری سیستم و امکان اعمال تغییرات در لی اوت در کوتاهترین زمان ممکن
- سهولت نگهداری و تعمیرات
- استاندارد سازی قطعات
- کاهش زمان تعمیرات و راه اندازی خط
- کاهش هزینه تامین قطعات یدک

چیدمان قطعات در ناحیه کیتینگ و شیوه‌های مختلف تخصیص عملیات‌های بازچیدمان به اپراتورهای این ناحیه از جمله مواردی است که بر کارایی این روش تغذیه، تأثیرگذار خواهد بود و می‌تواند مورد تحقیق بیشتری قرار گیرد. همچنین از آنجا که عوامل مختلفی مانند اندازه، حساسیت‌های کیفی، ضریب و نوع بسته‌بندی، میزان تنوع قطعه در مدل های مختلف و ... در انتخاب یک قطعه برای انتقال به روش کیتینگ تأثیرگذار است این مورد نیز می‌تواند در مطالعات آتی مدنظر قرار گیرد.

۶- مراجع

1. Hanson, Robin & Medbo, Lars. (2012). Kitting and time efficiency in manual assembly. International Journal of Production Research. 50. 1115-1125. 10.1080/00207543.2011.555786.

2. Tetik, Müge & Peltokorpi, Antti & Seppänen, Olli & Leväniemi, Mikko & Holmström, Jan. (2020). Kitting Logistics Solution for Improving On-Site Work Performance in Construction Projects. Journal of Construction Engineering and Management. 147. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001921.

3. Wan Saidin, Wan Ahmad & Mustaffa, Mohammad Taufiq & Musa, M.A. & Mohamed Ibrahim, Azalan & Kasim, Nazrul Idzham & Hussin, M.H.Norhidayah & Faridah, S.A.B.S.N.. (2016). Design kit of variant parts via kitting system for mass customization in automotive industry. 11. 2314-2318.

4. Hanson, R., and A. Brolin. 2013. "A comparison of kitting and continuous supply in in-plant materials supply." Int. J. Prod. Res. 51 (4): 979–992.

۵. دهقان، علی اصغر و والی، جواد و دقیق، محمد مهدی،۱۳۹۹،پارامترهای تأثیرگذار در طراحی و اجرای تغذیه مجموعه ای یا کیتینگ در خط مونتاژ خودرو،هفدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع، مشهد.

6. H. Brynzer, M.I. Johansson (1995). Design and performance of kitting and order picking systems, Vol.41, PP.115-125.

7. Satheesh Ramachandran and Dursun Delen (2005). Performance analysis of a kitting process in stochastic assembly systems, Computers & Operations Research, Vol.32, PP.449-463.

8. Mustapha Sali and Evren Sahin (2016). Line feeding optimization for Just in Time assembly lines: An application to the automotive industry, International Journal of Production Economics,Vol.174, PP.54-67.

9. Hua, Stella & Johnson, Danny. (2010). Research issues on factors influencing the choice of kitting versus line stocking. International Journal of Production Research. 48. 779-800. 10.1080/00207540802456802.

10. Hua, Stella & Johnson, Danny. (2010). Research issues on factors influencing the choice of kitting versus line stocking. International Journal of Production Research. 48. 779-800. 10.1080/00207540802456802.

11. Hamzeh, F. R., I. D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky. 2007. "Logistics centers to support project-based production in the constructionindustry."InProc.,15thConf.ofInt.GroupforLeanConstruction, 181–191. Fortaleza, Brazil: International Group for Lean Construction.