

ارائه مدلی برای به کارگیری سیستم تولید به هنگام با رویکرد مدلسازی ساختاری - تفسیری و تحلیل قدرت نفوذ - وابستگی (مطالعه موردی: شرکت های تولیدی صنعتی مستقر در منطقه ویژه اقتصادی شیراز)

مریم رضوی*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۹/۱۵

چکیده

این پژوهش با هدف ارائه مدلی برای بکارگیری سیستم تولید به هنگام با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری و تحلیل قدرت نفوذ - وابستگی انجام شده است. در این تحقیق، شرکت های تولیدی صنعتی مستقر در منطقه ویژه اقتصادی شیراز به عنوان محل اجرای پژوهش در نظر گرفته شدند. در پژوهش حاضر از خبرگان عملیات تولید در شرکت های منتخب فعال در منطقه ویژه اقتصادی شهر شیراز برای گرفتن اطلاعات استفاده شده که تعداد این افراد در زمان اجرای تحقیق ۱۴ نفر بود. جهت ارائه مدل پژوهش از روش مدلسازی ساختاری تفسیری استفاده گردید. همچنین برای محاسبات ریاضی و طراحی مدل از نرم افزار MATLAB استفاده شده است. بر اساس مدل به دست آمده از روش مدل سازی ساختاری - تفسیری، در سطح اول مدل، مؤلفه های ارتباط مؤثر و بهبود مستمر، در سطح دوم مؤلفه های کنترل کیفیت آماری، کاهش زمان راه اندازی و آموزش، در سطح سوم مؤلفه های کنترل کارگر محور، تعمیر و نگهداری بهره ور، کارگران چند مهارتی و مشارکت کارکنان، در سطح چهارم مؤلفه های بهبود چیدمان و کنترل کیفیت جامع و در سطح هفتم مؤلفه های خرید به هنگام و ساده سازی فرایند قرار گرفتند.

واژگان کلیدی

سیستم های تولیدی، تولید به هنگام، کیفیت، مدلسازی ساختاری - تفسیری.

* استادیار گروه مدیریت، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران. (نویسنده مسئول: mrzavi_ir@yahoo.com)

۱. مقدمه

تولید به هنگام سیستمی جامع برای کنترل موجودی های تولید است. در این سیستم موجودی، فقط در مواقع مورد نیاز مواد اولیه ای خریداری شده و محصول ساخته می شود. این سیستم اساساً بر کاهش هزینه ها از طریق حذف موجودی ها تمرکز دارد. در تولید به هنگام مشارکت تک تک افراد سازمان، مهم و حیاتی است. امروزه به لحاظ محدودیت های اقتصادی و توسعه بازارها، استفاده بهینه از منابع در دسترس و پاسخگویی سریع به خواسته های مشتری در بخش های مختلف بازار اجتناب ناپذیر است و سازمانها با حذف ساختارها و روشهای کار سنتی، سعی نموده سهم خود را در بازار حفظ نمایند. جهت دستیابی به این مهم تضمین کیفیت تمامی عملیات داخلی ضروری است. عملیات پشتیبانی ناب، نظیر تغییر سریع، کار استاندارد، مدیریت بصری و غیره به طور مطلق برای اجراء و بکارگیری تولید به هنگام لازم می باشند. تحقق اهداف کلی نظام تولید به موقع، به تصمیم گیری به موقع و آگاهانه مدیریت در به کارگیری و اجرایی نمودن این شیوه تولید مربوط است. برای اتخاذ تصمیمات کارآمد و اثربخش، تهیه و تدارک اطلاعات مورد نیاز ضروری است. به منظور تدارک اطلاعات مورد نیاز، طراحی و به کارگیری نظام اطلاعاتی اهمیت دارد (فوکات و گوپتا، ۲۰۱۹). همان طور که موفقیت سیستم تولید به هنگام به عوامل داخلی سازمان بستگی دارد به مشارکت عوامل خارج از سازمان مثل فروشندگان و عرضه کنندگان مواد نیز نیازمند است (سینگ و آهوچا، ۲۰۱۵). از طرفی تولید زمانی انجام خواهد شد که سفارش از مشتری گرفته شود. به همین خاطر این سیستم تولید را اصطلاحاً سیستم کشش تولید "تقاضا" نیز نامیده اند، زیرا تا مشتری تقاضا نکند تولیدی انجام نمی شود و لذا عکس سیستم تولیدی سنتی است که در آن مواد تاحد ممکن به فرآیند تولید تزریق می شود و فرآیند نیز تاحد ممکن تولید می کند (پنگ و ژو، ۲۰۱۸). فلسفه مدیریت موجودی ها در سیستم تولیدی تولید به هنگام بر این اساس بوده که در تولید یک محصول یک سری فعالیت هایی وجود دارد که هیچ گونه ارزشی به محصول تولید شده نمی دهند بلکه فقط هزینه های آن را بالا می برند و از طرفی بعضی فعالیت ها هستند که از ابتدا تا انتها در جهت افزایش ارزش محصول هستند. فعالیت های غیرارزشی مثل هزینه های انبارداری، هزینه های راه اندازی دستگاه ها و ماشین آلات، فعالیت های مربوط به بازرسی مواد و کنترل کیفیت محصول، زمانی که کارگران و ماشین آلات بیکار هستند و فعالیت های ارزشی همان فعالیت هایی است که مستقیماً بر روی محصول و در جهت پردازش و تکمیل آن انجام می شود. این فعالیت ها اگر انجام نشود محصول نیز به وجود نخواهد آمد در صورتی که در خصوص فعالیت های نوع اول "غیرارزشی" وجود یا حذف آن اثری بر روی تولید محصول ندارد. تاکید اصلی این رویکرد بر روی حذف زیان های تولید ناشی از ضایعات و نقایص است به طوری که در سیستم های سنتی تولید در بعضی موارد ضایعات ایجاد شده در مرحله ای ممکن است در چندین مرحله بعد تولید، کشف شود و تمام وقت آن مراحل، صرف کشف و شناسایی ضایعات و نقایص مراحل قبل شود (بویسن و دیگران، ۲۰۱۶). اجرای یک سیستم تولید به هنگام نیازمند آن است که جا نمایی کارخانه برای تسهیل در انعطاف پذیری و تماس کارگر تغییر داده شود. جا نمایی کارخانه به صورت گسترده در برگیرنده ماشین آلات و تجهیزات و به مفهوم دیگر تخصصی نمودن فعالیت ها و سازمان به وسیله فرآیندها و محصولات است. کاهش زمان و فضا در تولید می تواند به طور مؤثری از طریق

¹ Phogat and Gupta

² Singh and Ahuja

³ Peng and Zhou

⁴ Boysen et al

به کارگیری تولید سلولی انجام شود (پنگ و ژو، ۲۰۱۸^۵). انتخاب سیستم های تولیدی منعطف نظیر سیستم تولید به هنگام که انعطاف پذیری بسیار بالایی در برابر تغییرات بازار دارند، می تواند به عنوان یک مزیت رقابتی برای شرکت های تولیدی مطرح شود. (راج و جین، ۲۰۲۱^۶) همچنین استفاده از سیستم تولید به هنگام می تواند ریسک های ناشی از تغییر خواست مشتری و عدم تمایل بازار به استفاده از محصولات تولیدی را به حداقل برساند. در نتیجه پیشنهاد یک مدل برای سطح بندی شاخص های پیاده سازی سیستم تولید به هنگام بر اساس روش مدل سازی ساختاری تفسیری می تواند برای شرکت های تولیدی صنعتی منطقه ویژه اقتصادی شیراز مفید باشد.

۲. مبانی نظری و ادبیات پژوهش

اگر سیستم تولید به هنگام با موفقیت اجرا شود، مزایای زیادی دارد که شامل کاهش میزان موجودی (مواد، کالای در جریان ساخت، کالای ساخته شده)، کاهش فضای مورد نیاز (نظیر انبار)، افزایش کیفیت تولید و کاهش دوباره کاری و ضایعات، کاهش زمان های تاخیر ساخت، افزایش بهره وری و شاخص زمانی استفاده از ماشین آلات، داشتن رابطه حسنه با فروشندگان، کاهش نیاز به کارگر غیرمستقیم نظیر انباردار، بازرس مواد و غیره می شوند. بنابراین از کارکردهای تولید به هنگام می توان موارد زیر را برشمرد:

کاهش موجودی: موجودی انبار، موجودی کالای ساخته شده را نیز دربرمی گیرد و از راکد ماندن جلوگیری می کند و سرمایه بکار می افتد و سودآوری / خالی شدن فضا / کاهش هزینه های عملیاتی، در پی آن حاصل خواهد شد. کاهش زمان های راه اندازی: برای راه اندازی ماشین آلات معمولاً بیش از ۱۰ الی ۱۲ ساعت زمان می برد در حالی که در تولید به هنگام زمان راه اندازی باید کمتر از ۹ دقیقه باشد چون در غیر اینصورت ممکن است سبب انصراف مشتری از خرید گردد.

کارگران چندکاره: باید توانایی داشته باشند که با ماشین های مختلف کار کنند. کنترل کیفیت جامع: ایجاد ساز و کارهایی برای افزایش کیفیت گسترده در کارخانه در جهت تامین رضایت مشتری است. بنابراین تنها یک بخش کنترل کیفیت، مسئول کیفیت نیست، چون در این صورت فقط خروجی ها کنترل می شوند و فرآیندهای داخلی بخشهای مختلف کارخانه را نمی توان کنترل کرد. ضایعات صفر: در شرکت های سنتی، ۳٪ درصد ضایعات پذیرفته شده است ولی در شرکت هایی که تولید به هنگام را اجرا می کنند، ضایعات اصلاً معنا ندارد.

نگهداری بهره ور جامع: در تولید به هنگام برنگهداری بهره ور جامع تاکید می شود و توجه بیشتر به نگهداری بهره ور برای کلیه کارکنان از طریق آموزش ها، به جای تعمیر و نگهداری یعنی به هر فردی آن قدر آموزش داده شود که به محض بروز مشکل، خود آن را تعمیر کند (زلبست و دیگران، ۲۰۱۴^۷).

استاندارد سازی عملیات: با توجه به هدف اجرای تولید به هنگام و نیاز به اینکه فرآیند تکراری باشد و تغذیه به هنگام با توجه به انبارهای خالی بایستی فعالیت های انجام شده در خط تولید دارای نرخ ثابت تولید و نرخ ثابت تقاضا باشد.

⁵ Peng and Zhou

⁶ Raj and Jain

⁷ Zelbst et al

تولید در دسته های کوچک: تولید در دسته و گروه های کوچک انجام می گیرد. در صورتی که اندازه دسته ها زیاد باشد نمی توان در حین انتقال ضایعات را تشخیص داد. بنابراین در این حالت یک قطعه که تولید شد کاملاً آزمون شده و سپس به ماشین بعدی انتقال داده می شود.

متغیرهای مؤثر در اجرای تولید به هنگام که در این تحقیق بررسی شده اند عبارتند از: بهبود مستمر: یک تلاش دائمی و پیوسته در تولید محصولات، خدمات یا فرایندها است و دلالت بر شیب بهبود دارد (ونتو و دیگران، ۲۰۱۶).

ارتباط مؤثر: ارتباط مؤثر رابطه ای است که در آن شخص به گونه ای عمل می کند که در آن علاوه بر اینکه خودش به خواسته هایش می رسد، افراد مقابل نیز احساس رضایت دارند.

مشارکت کارکنان: مشارکت یک درگیری ذهنی عاطفی اشخاص در موقعیتهای گروهی است که آنان را برمی انگیزد تا سازمان را برای دستیابی به هدفهای گروهی یاری دهند و در مسئولیت کار شریک شوند.

کارگران چند مهارتی: کارگران چند مهارتی نوعی از کارگران می باشند که به گونه ای آموزش می بینند که قادر به انجام تمامی عملیات پردازش یک کالا، تقسیم وظایف کارگران و اختصاص هر یک از آنها به ماشین آلات خاصی انجام می گیرد.

تعمیر و نگهداری بهره ور جامع: نگهداری و تعمیرات بهره ور جامع روشی برای انجام کار گروهی جهت بهبود کارایی تجهیزات است که در آن اپراتورها به صورت فردی به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشینهای خود می پردازند.

کنترل کیفیت کارگر محور: آموزش کارکنان در خصوص کنترل کیفیت به صورتی که کارگران خطوط تولید بتوانند کیفیت محصول یا قطعه تولید شده توسط خودشان یا دستگاهی که با آن کار می کنند را طبق استانداردهای از پیش تعیین شده مورد تایید قرار دهند.

آموزش: عبارت از بهبود نظام مند و پی در پی شاغلین از نظر دانشها، مهارتها، توانائیها و رفتارها است که به رفاه آنها کمک می کند و شرایط بهتری را برای احراز مقام بالاتر فراهم می آورد.

کاهش زمان راه اندازی: فرایندی است که سازمان را قادر می سازد که در برابر تغییرات تقاضای مشتری عکس العمل بهتر و سریعتری از خود نشان می دهد. قابل ذکر است که هر چه زمان راه اندازی بیشتر باشد، تمایل به تولید تعداد بیشتری از محصولات بیشتر است.

کنترل کیفیت آماری: مجموعه ای از ابزارهای قدرتمند برای حل مسئله که از طریق کاهش تغییرات محصولات خروجی، قابلیت یک فرایند را بهبود می دهد و آنرا تثبیت می بخشد که شامل جمع آوری، تحلیل و تفسیر داده ها برای استفاده در فعالیتهای کنترل کیفیت می باشد (جین و دیگران، ۲۰۱۹).

کنترل کیفیت جامع: فرایندی است که ایجاد ساز و کارهایی برای افزایش کیفیت گسترده در کارخانه برای تامین رضایت مشتری است. در کنترل کیفیت جامع افراد و کارکنان همه بخش ها باید آنچنان آموزش داده شوند که هر فردی در حین فراین مسئول کیفیت محصولاتی باشد که در آن سیستم در حال تولید است.

⁸ Vento et al

⁹ Jin et al

بهبود چیدمان: بررسی و ایجاد تغییرات لازم در خطوط تولیدی به منظور بهینه سازی جریان عبود مواد و کالا در کلیه قسمت های کارخانه به هدف ارتقاء عملکرد نظام تولید.

برنامه ریزی کمتر از ظرفیت: در این حالت مقدار تولید ثابت تعیین می شود (معمولاً بزرگتر مساوی متوسط تقاضا در ماه های سال). سپس با ذخیره کردن مازاد تولید در ماه هایی که تقاضا کمتر از این میزان ثابت تولیدی است، ماه هایی که بیشتر از متوسط تولید تقاضا وجود دارد پوشش داده می شوند.

به صفر رساندن عیوب تولید: تلاش خط تولید در تمامی جنبه های تولید اعم از خرید، حمل و نقل، انبارداری، حمل به خط تولید و... در جهت تولید محصولات بدون عیب را اصطلاحاً ضایعات صفر می نامند.

کاهش ضایعات: در شرکت های سنتی ۳ درصد ضایعات پذیرفته شده است ولی در شرکت هایی که JIT اجرا می کنند، ضایعات اصلاً معنا ندارد (فوگات و گوپتا، ۲۰۱۸).

نقش مدیریت عالی در تعمیرات نگهداری: مدیر نگهداری و تعمیرات، برای افزایش بهره وری و کاهش استهلاک تجهیزات و ماشین آلات، فعالیت های سرویس منظم و دوره ای را برنامه ریزی و اجرا می نماید. مهمترین نقش مدیریت عالی در سازمان برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات جهت کاهش توقفات ماشین آلات و افزایش عمر تجهیزات و ماشین آلات می باشد.

جیدوکا: از جیدوکا به عنوان سیستم خود کارسازی هوشمند یاد می شود. این معنا مبین برداشت درونی یا ذهنی فرد در خصوص عیب یابی و حل مشکل است.

خرید به هنگام: خرید به هنگام که آخرین جز JIT می باشد به دلیل فقدان قدرت معامله با فروشندگان ایجاد می شود که بدین معنی می باشد که سازندگان کوچک معمولاً قدرت معامله خوبی به فروشندگان خود نمی دهند و مجبور به بسته بندی و ذخیره تعداد زیادی از مواد اولیه هستند، به همین دلیل، هزینه زیادی برای تهیه مواد در زمان های لازم متحمل خواهند شد.

ساده سازی فرآیند: این واقعیت که سیستم های تولید به هنگام محصولات استاندارد شده تولید می کنند، خود منجر به وجود آمدن فرایند کاری استاندارد شده می شود و باعث تربیت کارکنانی می شود که با وظایف خود آشنا هستند و وسایل و تجهیزات استاندارد شده را در کارها به کار می برند که باعث ساده سازی در سیستم تولیدی سازمان می شود. در تحقیقی در شرکت ایران خودرو به اولویت بندی معیارها و همچنین اثرگذاری و اثرپذیری متقابل این عوامل پرداخته و سعی نموده راه کارهایی ارائه دهد که با استفاده از این برهم کنش ها، حداکثر بهره وری از سیستم تولید به هنگام حاصل شود. (خدمی، ۲۰۲۱)

در پژوهشی بیان شده که استفاده بهینه از منابع و پاسخگویی به موقع به خواسته های مشتری در بخش های مختلف بازار به امری اجتناب ناپذیر تبدیل گشته به گونه ای که سازمان هایی که قادر به پاسخگویی صحیح و سریع در زمان و مکان مورد درخواست مشتری با کیفیت و کمیت تقاضا شده از جانب او نباشند جایی جهت ادامه حیات نخواهند داشت. این تحقیق پس از معرفی سیستم تولید به هنگام، نحوه بهینه نمودن تاثیر آن بر کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری را مورد بررسی قرار می دهد. (فوگات و گوپتا، ۲۰۱۹)

¹⁰ Phogat and Gupta

¹¹ Phogat and Gupta

در تحقیق دیگری به بررسی تجربی تاثیر مکمل JIT، TQM و شیوه های زنجیره تامین سبز بر عملکرد محیطی پرداخته شده است. (کنت و دیگران، ۱۳۹۸)

۳. روش شناسی پژوهش

در این پژوهش تعداد ۱۴ نفر از خبرگان عملیات تولید در شرکت های منتخب فعال در منطقه ویژه اقتصادی شهر شیراز به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته می شود. ملاک خبرگی در این پژوهش داشتن تحصیلات حداقل کارشناسی در رشته های مرتبط با عملیات تولید و یا دارا بودن سابقه بیشتر از ۱۵ سال به عنوان مدیر تولید می باشد. در این پژوهش در خصوص گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش از روش های کتابخانه ای و جهت جمع آوری اطلاعات پژوهش از روش میدانی استفاده می شود. ابزار گردآوری داده های این تحقیق، پرسشنامه است. بدین منظور در این پژوهش از پرسشنامه مقایسه ای روش مدلسازی ساختاری - تفسیری استفاده شده است. پرسشنامه شامل مجموعه ای از سوالات می شود که پاسخ به آن ها، داده های مورد نیاز پژوهشگر را تشکیل می دهد. در این پژوهش جهت ارائه مدل ساختاری تفسیری شاخص های پیاده سازی سیستم تولید به هنگام از نرم افزار Matlab استفاده شده است.

در این بخش مدل مفهومی طراحی شده را ارائه داده و در شکل زیر نمایش داده شده است:



شکل ۱- مدل مفهومی برای سطح بندی شاخص های پیاده سازی سیستم تولید به هنگام

مراحل اجرای مدل سازی ساختاری تفسیری

گام ۱) ماتریس خودتعاملی ساختاری

نخستین گام در مدل سازی ساختاری تفسیری تجزیه و تحلیل روابط مفهومی میان عامل ها می باشد. به منظور تعیین این روابط، عامل ها به صورت دو به دو با هم مورد بررسی قرار می گیرند. بدین منظور از چهار نماد به شرح زیر استفاده می گیرد.

۷: عامل i به تحقق عامل j کمک می کند. A : عامل j به تحقق عامل i کمک می کند. X : عامل های i و j به تحقق یکدیگر کمک می کنند. O : عامل های i و j با هم بی رابطه هستند.

گام ۲) ماتریس دسترس پذیری

به منظور رسیدن به ماتریس دسترس پذیری اولیه باید نمادهای یادشده بالا، به نمادهای دودویی (صفر و یک) تبدیل گردد. بدین ترتیب، ماتریس دسترس پذیری اولیه بدست می آید. برای تشکیل این ماتریس، از قوانین زیر بهره گیری می شود.

در صورتی که ورودی (i, j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری V باشد در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری یک و در ورودی (j, i) صفر قرار داده می شود.

در صورتی که ورودی (i, j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری A باشد در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری صفر و در ورودی (j, i) یک قرار داده می شود.

در صورتی که ورودی (i, j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری X باشد در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری یک و در ورودی (j, i) یک قرار داده می شود.

در صورتی که ورودی (i, j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری O باشد در ورودی (i, j) در ماتریس دسترس پذیری صفر و در ورودی (j, i) صفر قرار داده می شود.

پس از رسیدن به ماتریس دسترس پذیری اولیه، از طریق دخیل نمودن انتقال پذیری در روابط بدست آمده، ماتریس دسترس پذیری نهایی بدست می آید. انتقال پذیری بیانگر این است که اگر عامل A بر عامل B تاثیر دارد و عامل B بر عامل C تاثیر دارد بنابراین A بر C تاثیر دارد. در این ماتریس میزان وابستگی و قدرت نفوذ هریک از عامل های کلیدی نیز نشان داده شده است. قدرت نفوذ از مجموع اعداد ۱ در هر سطر و میزان وابستگی از مجموع اعداد ۱ در هر ستون حاصل می شود.

گام ۳) بخش بندی سطح

در این مرحله با بهره گیری از ماتریس دسترس پذیری نهایی، مجموعه خروجی و ورودی برای هر عامل کلیدی به مانند جدول ۱ به دست می آید. مجموعه خروجی برای هر عامل دربردارنده خود عامل و عامل هایی است که بر آن ها تاثیر دارد و مجموعه ورودی برای هر عامل نیز دربردارنده خود عامل و عامل های تاثیرپذیر از آن ها می باشد. پس از تعیین مجموعه های ورودی و خروجی، اشتراک این مجموعه ها برای هریک از عامل های کلیدی تعیین می گردد. از این طریق مجموعه مشترک برای هر عامل بدست می آید. عامل هایی که مجموعه خروجی و مشترک آن ها کاملاً همانند باشند در بالاترین سطح از سلسله مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می گیرند. هنگامی که در اولین تکرار، عامل بالاترین سطح مشخص گردید باید این عامل از سایر عامل ها جدا و به عبارت دیگر حذف گردد. این عمل، تا زمانی که سطح تمامی عامل ها مشخص شود، تکرار می شود.

گام ۴) تشکیل مدل ساختاری تفسیری

با توجه به سطوح هریک از عامل های کلیدی و همچنین ماتریس دسترس پذیری نهایی، مدل اولیه ساختاری تفسیری با در نظر گرفتن انتقال پذیری ها رسم می شود.

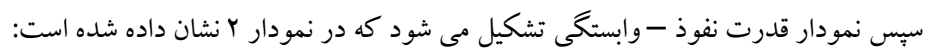
[illegible]

براساس قوانین ذکر شده فوق ماتریس های دسترس پذیری نهایی بدست می آید.

جدول ۲: ماتریس دسترس پذیری نهایی معیارها

معیارها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	نفوذ
۱. ساده سازی فرایند	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۷
۲. خرید به هنگام	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۷
۳. جیدو کا	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۶
۴. نقش مدیریت عالی	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
۵. کاهش ضایعات	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
۶. به صفر رساندن عیوب تولید	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۲
۷. برنامه ریزی کمتر از ظرفیت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۲
۸. بهبود چیدمان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱
۹. کنترل کیفیت جامع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱
۱۰. کنترل کیفیت آماری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۵
۱۱. کاهش زمان راه اندازی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۵
۱۲. آموزش	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۵
۱۳. کنترل کیفیت کارگر محور	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
۱۴. تعمیر و نگهداری بهره ور جامع	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
۱۵. کارگران چند مهارتی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
۱۶. مشارکت کارکنان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۹
۱۷. ارتباط مؤثر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲
۱۸. بهبود مستمر	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲
میزان وابستگی	۱	۱	۳	۵	۵	۴	۴	۹	۹	۱۶	۱۶	۱۶	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۸	۱۸	

مدل اولیه ساختاری تفسیری با در نظر گرفتن انتقال پذیری ها رسم می شود. مدل نهایی ساختاری تفسیری با حذف انتقال پذیری ها تشکیل می گردد. مدل نهایی برای معیارها در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۲: نمودار تحلیل MicMac

۵. بحث و نتیجه گیری

همانطور که در مدل به دست آمده از پژوهش در نمودار مشخص می باشد، مؤلفه های خرید به هنگام و ساده سازی فرایندها در هفتمین سطح از مدل قرار گرفته اند. این بدان معنی است که این دو مؤلفه تأثیرگذاری بیشتری بر دیگر مؤلفه ها دارند. خرید به هنگام از عناصر مهم در پیاده سازی سیستم تولید به هنگام می باشد؛ از همین رو توجه و تأثیر این مؤلفه در سیستم تولید به هنگام مشخص است. همچنین یکی از عواملی که می تواند ساده سازی فرایندها را به ارمغان آورد استفاده از تکنولوژی های به روز برای انجام کارها می باشد.

در سطح ششم مدل به دست آمده، مؤلفه جیدوکا قرار گرفته است. جی دوکا در واقع مانع از تولید موارد معیوب و انتقال آن به مراحل بعدی تولید شده و از اتلاف ناشی از تولید قطعات معیوب پیشگیری می کند. در این سیستم نیازی به نظارت مستمر اپراتورها بود بر دستگاه ها از بین می رود چرا که دستگاه ها هنگام بروز مشکل به طور خود کار متوقف می شوند.

مؤلفه های نقش مدیریت عالی، کاهش ضایعات، به صفر رساندن عیوب و برنامه ریزی پایین تر از ظرفیت در سطح پنجم مدل ساختاری تفسیری پژوهش قرار گرفته اند. شرکت های تولیدی همواره به دنبال کاهش ضایعات و در صورت امکان، به صفر رساندن ضایعات در فرایندهای تولید می باشند. کاهش ضایعات تولید می تواند باعث کاهش هزینه ها و در نتیجه افزایش سودآوری برای سازمان شود. لذا توجه به این امر می تواند همواره برای سازمان ها از اهمیت خاصی برخوردار باشد. در همین حال، اقداماتی از قبیل کاهش ضایعات در سایه پیاده سازی سیستم تولید به هنگام، تنها با وجود حمایت و ایفای نقش مؤثر مدیران ارشد سازمان امکان پذیر می باشد و بدون حمایت این مدیران برنامه های سازمانی در سطوح مختلف با مشکل در اجرا مواجه خواهند شد.

در سطح چهارم مدل ساختاری تفسیری ارائه شده، مؤلفه های بهبود چیدمان و کنترل کیفیت جامع قرار گرفته اند. یکی از اساسی ترین تأکیدات سیستم تولید به هنگام اجرا و پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت جامع به عنوان پیش نیازی برای رسیدن به تولید به هنگام می باشد. لذا پیاده سازی سیستم مدیریت کیفیت جامع که بحث مدیریت کیفیت را در تمامی ابعاد آن و در تمامی عناصر سازمان تحت نظارت خود می گیرد از اهمیت ویژه ای برای سازمان های تولیدی برخوردار می باشد. از سوی دیگر، یکی دیگر از تأکیدات سیستم تولید به هنگام بر نحوه چیدمان و استفاده بهینه از فضا و توجه به استقرار مواد و قطعات می باشد. لذا شایسته است با استفاده از مفاهیم نوین انبارداری، بهبود در چیدمان ایجاد شود.

عوامل کنترل کیفیت کارگر محور، تعمیر و نگهداری بهره ور جامع، کارگران چند مهارتی و مشارکت کارکنان نیز در سطح سوم مدل ارائه شده قرار گرفته اند. امروزه بحث مشارکت بیشتر کارکنان در بحث های کیفیتی نظیر کنترل های کارگر محور و همچنین تعمیرات کارگر محور جایگاه ویژه ای پیدا نموده. توجه به این مطلب که کارگران به عنوان اولین نیروهایی که با محصول تولید شده و همچنین ماشین آلات تولید کننده، در ارتباط هستند باعث می شود تا لزوم آموزش و مشارکت کارگران برای بررسی کیفی تولیدات و همچنین تعمیرات فوری ماشین آلات بیش از پیش آشکار شود.

آموزش در مدل به دست آمده در سطح دوم مدل قرار گرفته است. ناگفته پیداست که هیچ تغییری در روش ها به وجود نمی آید مگر در سایه آموزش درست و به موقع. قرار گرفتن این عامل در سطح دوم مدل نشان از اهمیت آموزش نیروهای انسانی در سطوح مختلف کارخانه می باشد و لزوم توجه به مقوله آموزش از دغدغه های خبرگان این پژوهش به شمار می آید. در سطح دوم مدل ارائه شده، مؤلفه کنترل کیفیت آماری نیز قرار گرفته است. پیش تر اشاره شد که

اهمیت کیفیت در تولیدات امری است که همواره مورد توجه مصرف کنندگان و تولید کنندگان می باشد. یکی از ابزارهای دقیقی که می تواند بحث کنترل در سطح تولیدات را مورد توجه قرار دهد، کنترل کیفیت آماری است. استفاده از کنترل کیفیت آماری و بررسی نمونه ها بر اساس رویه های کنترل کیفیت آماری می تواند در بهبود سطح کیفیت تولیدات و کاهش ضایعات تولید تأثیر قابل توجهی داشته باشد.

عوامل ارتباط مؤثر و بهبود مستمر در سطح اول مدل ساختاری تفسیری قرار گرفته است. ارتباطات همواره از اهمیت ویژه ای در تولید دارد. با ایجاد ارتباطات قوی و مؤثر بین محل تولید، محل نگهداری و توزیع کننده می توان مفاهیم مرتبط با تولید به هنگام را در کارخانه به شکل بهتر و منظم تری پیاده سازی و اجرا نمود. یکی از اصول تولید به هنگام ارتباط مؤثر است زیرا در سایه این ارتباط است که می توان همواره از توزیع کننده در زمان های درست درخواست ارسال مواد یا قطعات اولیه را نمود و تلاش در به صفر نگه داشتن موجودی را تحقق بخشید. همچنین در مدل به دست آمده بر اساس نظرات خبرگان، بهبود مستمر نیز در سطح اول مدل به دست آمده قرار دارد. این امر نیز نشان از اهمیت بالای توجه به کیفیت در ابعاد مختلف دارد. ضایعات صفر از اصول اساس در تولید به هنگام است که یکی از راه های دستیابی به ضایعات صفر، برخورداری از سیستم های کنترل کیفیت کارآمد و مؤثر می باشد. در همین راستا بهبود مستمر می تواند ساز و کارهای لازم برای بهره گیری از مفاهیم مدیریت کیفیت در سطح مناسب را فراهم سازد.

همانطور که در نمودار تحلیل MicMac مشخص شده است؛ نتایج نشان می دهند مؤلفه های ساده سازی فرایند (۱)، خرید به هنگام (۲)، جیدوکا (۳)، نقش مدیریت عالی (۴)، کاهش ضایعات (۵)، به صفر رساندن ضایعات (۶)، برنامه ریزی کمتر از ظرفیت (۷) و بهبود چیدمان (۸) در ناحیه نفوذ (ناحیه ۴ نمودار MicMac) قرار گرفته اند. این بدان معنا است که این مؤلفه ها اصطلاحاً به عنوان متغیرهای مستقل شناخته می شوند؛ یعنی این متغیرها دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پائینی هستند.

از سوی دیگر، مؤلفه های کنترل کیفیت کارگر محور (۱۳)، تعمیر و نگهداری بهره ور جامع (۱۴)، کارگران چند مهارتی (۱۵)، مشارکت کارکنان (۱۶)، کنترل کیفیت آماری (۱۰)، کاهش زمان راه اندازی (۱۱)، آموزش (۱۲)، ارتباط مؤثر (۱۷) و بهبود مستمر (۱۸) در ناحیه وابسته (ناحیه ۲ نمودار MicMac) قرار گرفته اند. این مسأله نشانگر این مطلب است که این متغیرها از قدرت نفوذ ضعیف اما وابستگی بالایی برخوردار هستند.

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده های پژوهش، به مدیران شرکت های تولیدی صنعتی مستقر در منطقه ویژه اقتصادی شیراز پیشنهاد می شود:

استقرار مؤلفه های بهبود مستمر و ارتباط مؤثر در سطح اول مدل ارائه شده نشان دهنده تأثیرپذیری زیاد این مؤلفه ها است؛ لذا پیشنهاد می شود شرکت های تولیدی و صنعتی حاضر در این پژوهش نسبت به استقرار سیستم ها و پایگاه های اطلاعاتی مشترک یا تأمین کنندگان و توزیع کنندگان برقراری ارتباطات با تأمین کنندگان کلیدی سازمان خود را بهبود بخشیده تا بتوانند سیستم تولید به هنگام را با موفقیت پیاده سازی نمایند. همچنین برنامه ریزی برای ارتقاء سطوح کیفی در کلیه تولیدات با استفاده از مفاهیم بهبود مستمر و کمک گرفتن از تعالی های قابل دستیابی از طریق بهبود مستمر می تواند برای موفقیت شرکت ها کارساز باشد.

در سطح دوم مدل ارائه شده در این پژوهش آموزش، کنترل کیفیت آماری و کاهش زمان راه اندازی قرار گرفته اند. در همین رابطه پیشنهاد می شود پیش از راه اندازی و به کارگیری سیستم تولید به هنگام، ابتدا مفاهیم این سیستم به تمامی

کارکنان و مدیران عملیاتی آموزش داده شود تا این افراد نسبت به آنچه در سازمان قرار به اجرای آن می باشد آگاهی و دانش لازم را به دست آورند. همچنین پیشنهاد می شود با استفاده از ماشین آلات با تکنولوژی های نوین تر، مدیران بتوانند زمان راه اندازی در ماشین آلات را به کمترین میزان ممکن یعنی زیر ده دقیقه برسانند. در نهایت با توجه به وجود سیستم های کنترل کیفیت آماری در بیشتر کارخانجات مورد بررسی در این پژوهش پیشنهاد می شود از کارکنان با تخصص های مرتبط در حوزه کیفیت و آمار برای نمونه برداری دقیق تر از خطوط تولیدی بهره گرفته شود.

مؤلفه های کنترل کارگر محور، تعمیر و نگهداری بهره ور، کارگران چند مهارتی و مشارکت کارکنان در سطح سوم مدل به دست آمده قرار گرفته اند. کنترل کیفیت کارگر محور، تعمیرات و نگهداری بهره ور و کارگران چندمهارتی همگی نیازمند مشارکت کارکنان و همچنین آموزش های مرتبط با کیفیت و تعمیرات می باشند. لذا به مدیران پیشنهاد می شود همونطور که پیش تر اشاره شد، ضمن توجه به امر آموزش، ارائه آموزش های هدفمند که در راستای پیاده سازی مفاهیم تولید به هنگام باشد اهمیت خاصی دارد. همچنین پیشنهاد می شود این آموزش ها در حیطه کنترل کیفیت کارگر محور و تعمیرات و نگهداری کارگر محور باشند تا تأثیرات مطلوب تری به همراه داشته باشند.

در چهارمین سطح از مدل ساختاری - تفسیری ارائه شده، مؤلفه های بهبود چیدمان و کنترل کیفیت جامع قرار گرفته اند. پیش از این از اهمیت به کارگیری تکنیک های مختلف مرتبط با کیفیت سخن گفته شد. اما مجدداً پیشنهاد می شود مدیران به این نکته توجه داشته باشند که هر میزان که در بحث کیفیت و راهکارهای مختلف آن سرمایه گذاری شود باز هم فضا برای بهبود کیفیت وجود دارد و می توان همواره بهتر از پیش عمل نمود. همچنین پیشنهاد می شود چنانچه مدیران تصمیم به استفاده از سیستم تولید به هنگام دارند، انبارها و کارکنان این بخش ها را برای استقرار بهتر و مناسب تر قطعات و مواد اولیه توجیه نموده و در صورت لزوم آموزش هایی برای این افراد جهت آشنایی با جدیدترین و ایمن ترین راه های چیدمان مواد و قطعات برگزار شود.

بر اساس نتایج به دست آمده، مؤلفه های نقش مدیریت عالی، کاهش ضایعات، به صفر رساندن عیوب و برنامه ریزی پایین تر از ظرفیت در سطح پنجم مدل ساختاری تفسیری قرار گرفته اند. در همین راستا به مدیران پیشنهاد می شود با استقرار سیستم تولید ناب نسبت به کاهش ضایعات و در نهایت به صفر رساندن ضایعات در فرایندهای مختلف تولیدی گامی کاربردی بردارند. همچنین پیشنهاد می شود مدیران با نقش آفرینی بیشتر و مؤثرتر در امور مختلف ظاهر شده تا کارکنان در سطوح مختلف شاهد همراهی و جدیت مدیران ارشد در پیاده سازی برنامه های مختلف سازمان باشند.

در سطح هفتم مؤلفه های خرید به هنگام و ساده سازی فرایند قرار گرفته اند. در همین رابطه به مدیران پیشنهاد می شود با برقراری ارتباطات قوی تر و همچنین افزایش توان اقتصادی سازمان، ضمن افزایش سطوح دسترسی به مواد اولیه و قطعات، سازمان را برای واکنش مناسب در برابر تنش های اقتصادی نیز آماده سازند. تنش های اقتصادی می تواند از جمله دلایلی باشد که مدیران را از خرید به هنگام دور می سازد و باعث می شود مدیران به سمت سیستم های خرید و انبارداری (دپو کردن) قدیمی تر توجه داشته باشند که این امر با مفاهیم به کارگیری سیستم تولید به هنگام کاملاً در تناقض قرار دارد. لذا افزایش توانایی اقتصادی سازمان باعث می شود قدرت و انعطاف سازمان در برخورد با تنش های اقتصادی افزایش یابد. همچنین پیشنهاد می شود با تأمین منابع مالی جدید از جمله وام های بانکی، اقدامات لازم برای خرید دستگاه های دارای تکنولوژی بالاتر که باعث ساده سازی فرایندها و بهره وری بالاتر می شود اقدام شود.

۶. منابع و مآخذ

1. Boysen, N., Briskorn, D. & Emde, S., 2016. Just-in-time vehicle scheduling with capacity constraints. *IIE Transactions*, 28(2), pp. 134-145 . <https://doi.org/10.3390/su14106181>
2. Jain, V., Raj, T., 2021. Study of issues related to constraints in FMS by ISM, fuzzy ISM and TISM. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, Volume 37 Issue 2, pp 197-221. <https://doi.org/10.1504/IJISE.2021.112876>
3. Jin, J., Vandenplas, C. & Loosveldt, G., 2019. The Evaluation of Statistical Process Control Methods During Survey Data Collection. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume Vol. 11 No. 2, pp. 165-185. <https://doi.org/10.1177/2158244019854652>
4. Kenneth, . W. G., Inman, R. A. & Sower, V. E., 2018. Impact of JIT, TQM and green supply chain practices on environmental sustainability. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Volume 3 (4). [DOI:10.1108/JMTM-01-2018-0015](https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2018-0015)
5. Khodoomi, M. R. , Seif, M., Sahebi, H., 2021. Identifying and analyzing the interactions of factors affecting Just-in-time in a supply chain using DEMATEL and ISM methods (Case study of Iran Khodro Binalood). *Research in Production and Operations Management*. Volume 12, Issue 3 - Serial Number 26, Pages 65-91. <https://doi.org/10.22108/jpom.2022.127907.1355> [in Persian]
6. Peng, T. & Zhou, B., 2018. Scheduling multiple servers to facilitate just-in-time part-supply in automobile assembly lines. *Assembly Automation*, 38(3), pp. 347-360. [DOI:10.1016/j.ejor.2010.10.029](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.10.029)
7. Phogat, S. & Gupta, A., 2018. Development of framework for just-in-time implementation in maintenance: An ISM-MICMAC approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 24(4), pp. 488-510. [DOI:10.1007/s40092-014-0072-8](https://doi.org/10.1007/s40092-014-0072-8)
8. Phogat, S. & Gupta, K., 2019. Evaluating the elements of just in time (JIT) for implementation in maintenance by exploratory and confirmatory factor analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 36(1), pp. 7-24. [DOI:10.1108/IJQRM-12-2017-0279](https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2017-0279)
9. Singh , G. & Ahuja , I., 2015. An evaluation of just-in-time initiatives in the Indian industries. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(6), pp. 559-588. [DOI:10.1108/JABS-09-2013-0051](https://doi.org/10.1108/JABS-09-2013-0051)
10. Vento , M., Macías, A. A. M. & Loya , V. M., 2016. The impact of managerial commitment and Kaizen benefits on companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Volume Vol. 27 Issue: 5, pp. 692-712. [DOI:10.1108/JMTM-02-2016-0021](https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2016-0021)
11. Zelbst, . P., Green , J. & Sower, V., 2014. Impact of RFID and information sharing on JIT, TQM and operational performance. *Manag. Res. Rev*, Volume 37, p. 970-989. [DOI:10.1108/MRR-10-2014-273](https://doi.org/10.1108/MRR-10-2014-273)

Presentation of a model for applying just in time production system with structural-interpretive modeling approach and Mic-Mac analysis (case study: Industrial production companies based in Shiraz Special Economic Zone)

Maryam Razavi^{*1}

Abstract

The purpose of this study was to present a model for applying timely production system with Structural-Interpretive Modeling and Penetration-Power Analysis approach. In this study, industrial manufacturing companies based in Shiraz Special Economic Zone were considered as the research site. The statistical population of this study included production operations experts in selected companies operating in Shiraz Special Economic Zone, which number 14 at the time of the survey. The interpretive structural modeling method was used to present the research model. MATLAB software was also used for mathematical calculations and model design. Based on the model obtained from Structural-Interpretive Modeling method, in the first level of the model, the components of effective communication and continuous improvement were placed. Also in the second level, the components of statistical quality control, reduction of startup time and training were in the second level of the obtained model. In the third level, the components of worker-oriented control, efficient maintenance, multi-skilled workers and employee participation, in the fourth level, the components of improving the layout and comprehensive quality control, and in the seventh level, the components of timely purchase and simplifying the process were placed.

Keywords

Manufacturing systems, Just In Time Manufacturing, quality, ISM.

1. Assistant professor of department of management, Marvdasht branch, Islamic Azad university, Marvdasht, Iran (*Corresponding Author: mrazavi_ir@yahoo.com).