



شبیه‌سازی خط تولید تی شرت ورزشی

مریم دهقانی^۱، زینب سلطان‌زاده^۲

چکیده

یکی از مسایل مهم در حوزه‌های مدیریت کارخانه پوشاک، زمان‌بندی صحیح و مناسب عملیات مختلف است. از این رو، روش‌ها و رویکردهای مختلفی برای حل این دسته از مسائل، در سیستم‌های تولیدی پوشاک به وجود آمده است. یکی از روش‌هایی که برای شناخت وضع موجود و بهبود عملکرد سیستم‌های تولیدی پوشاک، جهت تحلیل عملکرد فرآیندها وجود دارد، شبیه‌سازی است. شبیه‌سازی این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان جریان مواد و کالاها، منابع انسانی و اطلاعات را در سازمان خود مدل‌سازی کرد، با استفاده از شبیه‌سازی می‌توان حالت سیستم را در هر لحظه مورد بررسی قرار داده و اثر تغییرات در عملکرد را مشاهده نمود و به واسطه شبیه‌سازی و تنظیم سناریوهای مختلف، انیمیشن سه بعدی و ... میتوان سیستم را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و نسبت به انجام بهبودهای بالقوه در آن اهتمام ورزید. در این مقاله، ابتدا به بررسی چگونگی مدل‌سازی سیستم و داده‌های مورد نیاز می‌پردازیم و سپس داده‌های مورد نیاز مدل و مدل منطقی آن ساخته می‌شوند. شبیه‌سازی خط تولید تی شرت با استفاده از نرم افزار ارنا صورت گرفته است و سطح مناسبی از جزئیات پروژه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- مقدمه

دادند، که سناریوهای فرآیند تولید واقعی محصولات پوشاک را نشان می‌دهد که به شناسایی گلوگاه‌ها و افزایش عملکرد سیستم‌های تولید کمک می‌کند. هنیف در سال ۲۰۱۲ باهدف بالا بردن بازده تولید و کیفیت محصول و همچنین کاهش هزینه‌ها، مراحل طراحی یک خط مونتاژ تولید لباس را ارائه می‌کند و با مدل‌سازی خط تولید با استفاده از برنامه ارنا، گلوگاه‌ها در ایستگاه‌های کاری مشخص می‌شود که نشان می‌دهد خط تولید باید بالانس شود. جان و همکارانش در سال ۲۰۱۳ یک مطالعه شبیه‌سازی برای یافتن کارایی دستگاه‌ها در صنعت انجام دادند. هدف اصلی یافتن کارآمدترین ترتیب ماشین آلات می‌باشد و با شبیه‌سازی حرکت قطعات را از یک دستگاه به دستگاه دیگر نمایش دادند.

سینگانیا و همکارانش در سال ۲۰۱۵ استراتژی‌های عملیاتی برای سیستم‌های تولیدی را با نرم افزار ارنا شبیه‌سازی کرده‌اند. برای طراحی یک خط تولید بلوز زنانه، کایار و همکارانش در سال ۲۰۱۶ اطلاعات مربوط به خط مونتاژ را با زمان‌سنجی و تهیه نمودار تقدم و تاخر عملیات و نمودار جریان کار تولید و نوع ماشین آلات مورد استفاده در هر عملیات را جمع‌آوری کردند و با روش هافمن و برنامه شبیه‌سازی ارنا بالانس خط تولید انجام دادند و نتایج حاصل از هر دو روش را با یکدیگر مقایسه کردند.

و یکرماسکرا و همکارانش در سال ۲۰۱۶ در این پژوهش یک رویکرد متنوع به بالانس خط تولید با توجه به ماهیت تصادفی این روند داشته‌اند. پس از انتخاب یک خط دوخت در کارخانه پوشاک، زمان پردازش عملیات، وقایع تصادفی عمده و زمان

هدف اصلی در شبیه‌سازی خطوط تولید پوشاک را می‌توان به حداقل رساندن تعداد ایستگاه‌های کاری و زمان‌های بیکاری آنها دانست. ب رای دست یافتن به این هدف، پیش از هر چیز باید حجم محصول را در ایستگاه‌های کاری مختلف تخمین زد. با داشتن حجم محصول، میزان سرعت عمل عملیات در هر خط را می‌توان مشخص کرد. اگر میزان تقاضا برای محصولی تغییر یابد، این بدان معناست که توازن خط تولید نیز باید دگرگون شود. همچنین عوامل دیگری چون کمبود مواد اولیه، تغییر طراحی محصول، کمبود نیروی انسانی یا تغییر در روش‌های ساخت یک محصول، توازن خط تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از این رو هدف از این مقاله شبیه‌سازی خط تولید تیشرت و بررسی جزئیات خط تولید و میزان دستمزد کارگران می‌باشد.

واسسری و همکاران در سال ۲۰۰۴، فرایند تکمیل سفارش مشتری برای بخش پوشاک را مورد بررسی قرار میدهند. هدف آنها شناسایی عوامل موثر بر عملکرد زنجیره تامین تولید تی شرت و طراحی یک استراتژی زنجیره تامین مناسب که منجر به کاهش زمان انتظار می‌شود، می‌باشد.

گانر و همکارانش در سال ۲۰۰۸ در مقاله ای تحت عنوان متوازن سازی خط در صنعت پوشاک با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی، اقدام به بالانس خط تولید تی شرت پایه نمودند. کارزان و همکارانش در سال ۲۰۰۹ اقدام به متوازن کردن خط تولید گرمکن برای کاهش شدت کار با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی نمودند.

کیتو و همکارانش در سال ۲۰۱۰ یک مدل شبیه‌سازی با نرم افزار Simul8 انجام



شبیه‌سازی تحت تنظیمات مختلفی از پارامترهای ورودی اجرا شده است و نتایج خروجی مدل برای مناسب بودن آن بررسی می‌شود.

۲-۲ زمان‌سنجی و تطبیق توزیع ورودی‌ها از طریق Input Analyzer

زمان‌سنجی، مقیاس‌سنجش زمان، برای عملیات، ماشین‌آلات، نیروی انسانی، ایستگاه‌ها و در نهایت‌سنجش زمانی خط تولید است. به منظور پیدا کردن توزیع‌های مناسب جهت نشان دادن مدت زمان عملیات در مدل با استفاده از داده‌های مشاهده شده از نرم‌افزار Input Analyzer که ابزاری استاندارد است و به نرم‌افزار ارنا ضمیمه شده، استفاده شده است. Input Analyz توزیع مناسب داده‌ها را پیدا کرد، و پارامترهای توزیع را برآورد می‌کند (شامل همه تغییرات و انحرافات که برای فرموله کردن عبارت محاسباتی معتبر نیاز دارد) همچنین معیارهایی را محاسبه کرده تعیین می‌کند که یک توزیع خاص چقدر با داده‌ها متناسب است، و توزیع‌ها را از نظر مربع خطا از کوچک به بزرگی مرتب می‌کند.

۳- رویکرد مدل‌سازی

سیستم تولیدی پوشاک شامل: ورود قطعات، پنج ایستگاه تولیدی و خروج قطعات می‌باشد. این سیستم یک نوع تی‌شرت در سایزهای مختلف و رنگ‌بندی‌های متفاوت تولید می‌کند که دارای توالی‌های تعریف شده در ایستگاه‌های کاری می‌باشند. ارنا این قابلیت را دارد که موجودیت‌ها را بر اساس توالیهایی از پیش تعیین شده به ایستگاه‌های مختلف بفرستد.

دیتا ماژول Sequence این امکان را به ما می‌دهد تا ایستگاه‌هایی همراه با خصیصه‌ها یا متغیرهایی مخصوص تعریف کنیم. برای این که یک موجودیت از این الگو پیروی کند؛ توالی را به آن اختصاص می‌دهیم و از گزینه By Sequence موجود در Route هنگامی که می‌خواهیم موجودیت را به مقصد بعدی منتقل کنیم، استفاده می‌کنیم.

به محض این که موجودیت حرکت خود را در توالی‌های مختلف شروع کرد، ارنا تمامی موارد مورد نیاز از قبیل مکان کنونی موجودیت و مقصد بعدی آن را ثبت و دنبال می‌کند.

از دیتا ماژول set جهت ایجاد مجموعه‌ها برای ماشین‌های دوخت و کارگران هر ایستگاه، تصویر انیمیشن و نوع موجودیت استفاده می‌شود. همچنین هزینه‌های مربوط به کارگران که به صورت ساعتی، دستمزدی و یا حقوق ثابت دارند در قسمت منابع اضافه می‌شوند. برای انتقال تی‌شرت بین ایستگاه‌های کاری مفهوم مسیر را معرفی کرده که انتقال را با مجاز دانستن تأخیر زمانی ممکن می‌سازد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

سیستم تولیدی پوشاک شامل: ورود قطعات، ایستگاه‌های تولیدی (ایستگاه ماشین‌آلات سردوز، راسته دوز، ماشین‌آلات میان‌دوز و کارگران بخش بسته‌بندی و کنترل کیفیت) و خروج قطعات است.

سپری شده بین رویدادهای تصادفی ثبت شد. سپس کل چرخه تولید با استفاده از نرم‌افزار ارنا شبیه‌سازی شد. با تلاش و تجزیه و تحلیل سناریوهای مختلف، یک رویکرد متفاوت برای متوازن‌سازی خط ارائه شد.

ایمان و همکارانش در سال ۲۰۱۷، به شبیه‌سازی خط تولید کارخانه پوشاک با استفاده از نرم‌افزار ارنا پرداخته است. مدل شبیه‌سازی استاندارد بر ای ۱۶۰ تکرار اجرا شد. نتیجه نشان می‌دهد که خط با بهره‌وری تعادل خط با ۷۲/۵۶ درصد عمل می‌کند.

استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی به عنوان یک تکنیک پشتیبانی از تصمیمات مدیریت و کاهش ریسک فرآیند تصمیم‌گیری به وسیله ارزیابی و تحلیل استراتژی‌های مختلف طراحی و بهبود سیستم، همواره روند افزایشی داشته است.

در ادامه تحقیقات انجام پذیرفته یک کارخانه تولیدی تی‌شرت شبیه‌سازی شده است و با اجرای پروژه شبیه‌سازی و در نظر گرفتن حجم تولید نرخ بازدهی کارگران، ماشین‌آلات، زمان انجام هر عملیات و مدت زمان تکلیف سفارش محاسبه می‌شود.

۲- بخش تجربی

۱-۲ بررسی رویکرد مدل‌سازی

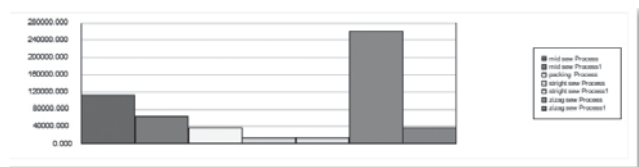
اصولاً یک پروژه مبتنی بر مدل شبیه‌سازی زمانی آغاز می‌شود که در سیستم تولید مسئله‌ای به وجود آید. در این زمان اولین گام تدوین مسئله است.

در این مقاله ساخت مدل براساس طرح تی‌شرت که در شرکت طراحی شده است، صورت گرفته است. ماشین‌های دوخت با توجه به روند جریان تولید سازمان‌دهی شده‌اند. در طول تولید، هر اپراتور حداقل از یک دستگاه استفاده می‌کند.

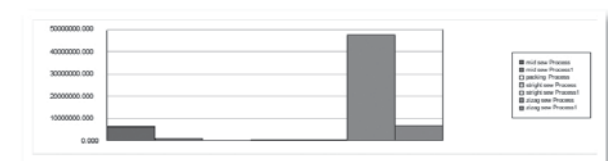
این مطالعه مدل‌سازی رویداد گسسته را نشان می‌دهد و کارخانه در یک روز به مدت ۵۴۰ دقیقه (۹ ساعت) کار می‌کند.

در ابتدای هر سفارش، خط تولید خالی است که این وضعیت شروع تا زمانی که تمام خط شروع به کار کند باید شبیه‌سازی شود. ابتدا مدل شبیه‌سازی شده است و گام به گام انجام و خطایابی شده است.

تکنیک‌های ردیابی و انیمیشن برای تایید کارکرد درست برنامه استفاده شد.



نمودار ۱ مجموع زمان‌های انجام عملیات توسط ماشین‌آلات



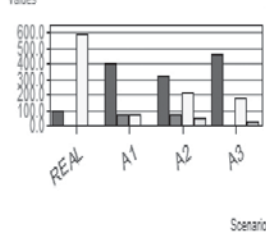
نمودار ۲ مجموع زمان‌های انتظار ایستگاه‌ها



سناریو های مختلف

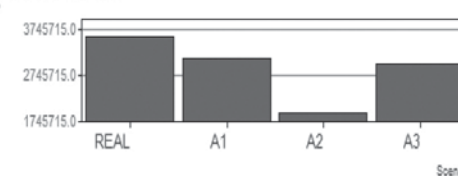
شماره	ایستگاهها		
	ایستگاه راسته دوز	ایستگاه سردوز دوسوزنه	ایستگاه میان دوز
1	۳+	۳+	۱
2	۳+	۳+	۵
3	۳+	۱	۳
۱۰	۳	۳	۳
	۷	۹	۱۲
	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰

Number in queue
Values



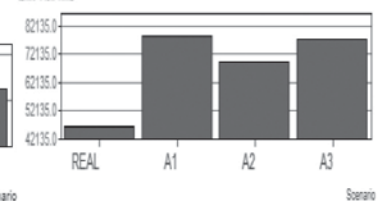
نمودار ۳ تعداد قطعات در صف انتظار

All Resources.TotalCost by Scenario
All Resources.TotalCost



نمودار ۴ نتایج هزینه کل کارگران

tshirt Flow Time by Scenario
tshirt Flow Time



نمودار ۵ میانگین زمان تکمیل تی شرت

کاربردی دیگری به نام **process Analyzer** استفاده میشود. **Process Analyzer** سناریوهای مختلف را اجرا می کند و با در نظر داشتن تابع هدف که می تواند هزینه کل یا مدت زمان تولید و... باشد می توان بهترین سناریو را انتخاب کرد. همچنین می توان اثرات ورودی ها بر خروجی ها را اندازه گیری کرد. نمودار ۳ تعداد قطعات در صف انتظار هر ایستگاه در سناریوهای مختلف نشان می دهد. نمودار ۴ نتایج هزینه کل کارگران حاصل از سناریوهای مختلف را نشان می دهد. نمودار ۵ میانگین زمان تکمیل تی شرت را نشان می دهد.

۵- نتیجه گیری

داشتن هدف مختلف برای تولیدکننده می تواند منجر به انتخاب سناریوهای متفاوت شود. در این تولیدی با بررسی سناریوهای مختلف مشخص شد استفاده از کارگرانی که به صورت ساعتی دستمزد می گیرند در کنار کارگرانی که به ازای هر دوختی که انجام می دهند مزد می گیرند، می توان در بحث هزینه های کارگران صرفه جویی زیادی انجام داد. در سناریو A3 در ایستگاه راسته دوز و میان دوز و همچنین برای رفع گلوگاه ایستگاه سردوز از کارگران ساعتی استفاده شده که هزینه را ۱۶۶۶۴۲۱ کاهش داده است. همچنین تعداد و زمان انتظار قطعات در صف و میانگین زمان تکمیل تی شرت را کاهش داده است.

پی نوشت

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه یزد
- ۲- عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه یزد

در این شبیه سازی تی شرت ها طبق زمان انجام فرایند که در توالی ها تعریف شده به ایستگاهها منتقل می شوند. در هر ایستگاه کاری عملیات مختلف و با زمان های از پیش تعیین شده روی تی شرت ها انجام می شود و تعدادی از آنها باید در صف انتظار بمانند.

نمودار ۱ مجموع زمان های انجام عملیات برای تکمیل تی شرت را نشان می دهد، همان طور که مشخص است تی شرت ها مدت زمان بیشتری باید در ایستگاه ماشین های سردوز سپری کنند و زمان های انتظار در هر ایستگاه که در نمودار ۲ نشان می دهد حاکی از صف طولانی در ایستگاه سردوز می باشد.

با مشاهده نتایج شبیه سازی سیستم واقعی می توان سیستم را ارزیابی کرد و به منظور بالا بردن بازدهی کارگران و کم کردن هزینه تولید و رفع گلوگاهها می توان سناریوهای جدیدی طراحی کرد و با استفاده از شبیه سازی نتایج آن روی سیستم تولیدی را بررسی کرد.

نتایج به دست آمده نشان می دهد بازدهی کارگر بخش راسته دوز و کارگران بخش بسته بندی و کنترل کیفیت پایین است و همچنین در ایستگاه سردوز تعداد قطعات منتظر در صف زیاد است.

از این رو می توان از کارگران که مهارت دوخت دارند در بخش بسته بندی استفاده کرد تا در مواقع بیکاری برای رفع گلوگاهها در هر ایستگاه به کار گرفته شوند.

جدول ۴ سناریوهای مختلف به کارگیری کارگران را ارائه می کند. جهت ارزیابی نتایج سناریوهای مختلف با روش معتبر آماری که نشان دهد از نظر معیارهای خروجی کدام سناریوها به صورت معنی داری با کدام سناریوها تفاوت دارند و کدام یک بهتر از بقیه سناریوها است یا حتی بهترین آنها کدام است، از برنامه مستقل و