Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
دانشگاه مازندران

پیوسته در کارخانه تولیدی شبیه سازی سیستم تولید و مقایسه‌ی آن با سیستم تولید سنتی (مطالعه ی موردی در کارخانه ی داروسازی سلامت)

(۳۰ و ۳۱ فروردین ۱۳۹۶)

فرزانه یعقوبی۱*، 1،عادل آذر2،پرویز احمدی3

۱.کارشناس ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید،موسسه غیرانتفاعی راهبرد شمال،رشت،ایران

۲.عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس،تهران،ایران

۳.عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس،تهران،ایران

چکیده

این تحقیق در یک کارخانه داروسازی واقع در شهرک صنعتی رشت صورت پذیرفت . هدف از انجام این تحقیق کاهش هزینه‌ها ، افزایش میزان تولید ،کاهش زمان بیکاری اپراتورها و ماشینها و همچنین کم کردن موجودیهای میان فرآیند تولید بود . برای رسیدن به این اهداف از شبیه سازی استفاده گردید . مراحل انجام تحقیق به صورت خلاصه به این صورت می‌باشد . ابتدا چیدمان موجود در کارخانه شناسایی شد ، درمرحله بعد زمانسجی برای دستگاهها و اپراتورها صورت گرفت . با نرم افزار ، شبیه سازی مربوط به خط تولید انجام پذیرفت . با استفاده از خبرگان و مدیران کارخانه،اعتبار مدل تایید گردید و سپس مدل اجراء و نتایج شبیه سازی ثبت گردید.

واژگان کلیدی:

سیستم تولید پیوسته، شبیه سازی تولید، سیستم بسته بندی کارخانه داروسازی، نرم افزار ارنا[۲]

*Corresponding author: Farzaneh yaghoobi
Email: frz.yaghoobi@ut.ac.ir

[2] Arena

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه

امروزه پیشرفت صنایع در گرو بهبود کیفیت محصولات، کاهش هزینه ها وافزایش نرخ تولید وبهره وری می‌باشد. استفاده از روش‌های آزمون و خطا که پیش از این در صنعت های دنیا برای بهبود فرآیند های تولید و بهبود کیفیت محصولات مرسوم بوده است بسیار پر هزینه وطولانی بوده که متخصصین را بر آن داشته که به سمت روشهای کم هزینه وکوتاهتر حرکت کنند. جایگزین کردن این روش با روش طراحی برپایه شبیه سازی توانسته بسیاری از کاستی های روش قبل را جبران کند.

ساخت یک محصول در دسته های سنتی می تواند یک فرایند طولانی، و فاقد سرعت، انعطاف پذیری، و اعتبار مورد نیاز برای پاسخ به تغییرات ناگهانی در عرضه و تقاضا برای محصول نهایی و یا مواد تشکیل دهنده آن باشد (تروت[۳] و همکاران، ۲۰۰۹). در مقابل فرآیندهای تولید پیوسته، اجازه می دهد مواد اولیه ورودی به این سیستم و محصول نهایی از سیستم در مد پیوسته خارج شود. این نوع فرآیند شامل مزایای زیادی است. به عنوان مثال، پردازش مداوم و مستمر اجازه افزایش حجم تولید بدون چالش های مربوط به مقیاس بالا را می دهد، و در این صورت با سرعت بیشتری به تغییرات عرضه و یا تقاضا پاسخ می دهد. این امر به ویژه در شرایط اضطراری، مانند کمبود داروهای بحرانی و یا بیماری های همه گیر سودمند است. (لی و همکاران، ۲۰۱۵)[۴].

نیاز به تجهیزات در فرآیندهای پیوسته معمولا از فرآیندهای دسته ای خیلی کمتر می باشد، و حجم کمتری از مواد را به کار می گیرند. (جاکوبی[۵] و همکاران، ۲۰۱۵) زمان نگه داری مواد بین مراحل در فرایند تولید به طور بالقوه می تواند حذف شود، و زمان تولید محصولات ساخته شده می تواند به طور قابل توجهی کاهش یابد (لی و همکاران، ۲۰۱۵). تولید پیوسته از طریق ساده کردن فرایند تولید با حذف عملیات واحد، بازکاری را تسهیل می کند. همچنین تولید پیوسته از یک رویکرد سیستماتیک، علمی، و مبتنی بر ریسک توسعه دارویی پیروی می کند. در نتیجه، فرآیندهای پیوسته می تواند کارآمد تر، قابل اعتماد و مقرون به صرفه تر از روش سنتی بوده، از این رو صرفه جویی در هزینه قابل توجه است (جاکوبی، ۲۰۱۵).

با همه این مزایای بالقوه تولید پیوسته، وجود محدودیت هایی در حوزه فنی، کسب و کار و عملیاتی، چالش های نظارتی و نیروی کار، مانع فراگیر شدن استفاده از تولید مستمر می شوند.

۲. بیان مساله

[۳] Tr out
[۴] Lee
[۵] Jacoby

www.SID.ir

Archive of SID

امروزه یکی از مهمترین مسائل مطرح در کارخانجات تولیدی افزایش بهره وری و کارایی خط تولید می‌باشد. دستیابی به این مهم نیازمند مطالعه و بررسی سناریوهای احتمالی مختلف برای تغییر پارامترهای تاثیرگذار بر روی راندمان خط تولید می باشد. از آنجایی‌که در هر سیستم تولیدی، بین ایستگاه های کاری مختلف مقدار انبوهی از قطعات نیمه ساخته، منتظر انجام عملیات در ایستگاه بعدی می مانند، گلوگاه تشکیل می‌شود. لذا برای بالا بردن راندمان، باید این مساله بررسی و تصحیح شود چراکه حداقل نمودن طول صف و زمان انتظار در گلوگاه، تاثیر شگرفی بر افزایش خروجی در زمان کمتر خواهد داشت.

کارخانه ای که در این پروژه مورد بررسی قرار گرفته، یک کارخانه تولیدی به نام «سلامت» می باشد که زیر مجموعه ی یکی از بزرگترین هولدینگ های دارویی می‌باشد. به دلیل گستردگی و پیچیدگی شبیه سازی کل کارخانه و با توجه به محدودیت در زمان و عدم دانش کافی در یک پروژه آموزشی، در این پروژه تنها به شبیه سازی بخشی از سیستم بسته بندی محصول می‌پردازیم. بنابراین مسئله در این تحقیق، بالانس تجهیزات تولیدی، شناسایی گلوگاهها و بهبود چیدمان خط تولید با استفاده از شبیه سازی می باشد.

در حمایت از تلاش تولید پیوسته، این پژوهش فرصتی برای تولید کنندگان دارویی، تنظیم کنندگان، دانشگاهیان و نمایندگان سازمان دولتی در جهت پیاده سازی تولید پیوسته در صنعت داروسازی ارائه می‌دهد. امکان پیوسته سازی در صنایع بسته بندی دارویی که به وسیله شبیه سازی بررسی میشود تا از روش سعی و خطا که هزینه ی زیادی را به سیستم متحمل میکند،جلوگیری شود.هدف اصلی در این پژوهش افزایش بهره وری و سودآوری خط تولید میباشد.

۳.مرور ادبیات و پیشینه تحقیق

سیستم تولید پیوسته ، معمولاً یک نوع یا انواع محدودی از مواد اولیه از یک سری ماشین آلات به طور زنجیره ای عبور نموده و پس از ایجاد تغییراتی در مواد اولیه که اغلب شامل تغییرات شیمیایی و فیزیکی می باشد به یک یا چند نوع محصول تبدیل می شوند. کارخانه جات دارای سیستم تولیدی پیوسته معمولاً باید به طور شبانه روز و در تمام روزهای سال در حال کار باشند. در این سیستم، تولید به صورت انبوه و برای کالاهای یکسان صورت می گیرد. ماشین آلات تخصصی است و کارگران با تخصص های عمومی می توانند کارها را انجام دهند. برنامه تولید کمتر تغییر می کند و کالاها به طور استاندارد تولید شده و به فروش رسیده و یا انبار می شوند. در این سیستم معمولاً بین بار ماشین آلات توازن برقرار است. کارخانه جات تولید فلزات، قطعات الکتریکی، پالایشگاه ها و صنایع پتروشیمی، سیمان، کاشی، شیشه سازی و سرامیک، نمونه هایی از کارخانه جات دارای سیستم تولید پیوسته هستند. (الوانی،۱۳۷۸: ۱۲۱)

امروزه مطالعات شبیه سازی کاربرد های زیادی در مهندسی صنایع و علوم دیگر پیدا کرده است و به عنوان ابزاری در جهت افزایش ظرفیت تولید و منافع یک کارخانه می باشد. مطالعات شبیه سازی تنها به فهمیدن و درک فرایند ها

www.SID.ir

Archive of SID

کمک نمی کند، بلکه مدل کردن گرافیکی در محیط Arena کمکی به بهبود تصمیمات مدیران در عرصه کار خود می باشد . شبیه سازی به طور گسترده ای برای برنامه های کاربردی در صنعت مهندسی به عنوان ابزاری برای افزایش ظرفیت تولید و سود شرکت استفاده می شود و همچنین در تولید، حمل و نقل مواد، تحویل، فرآیندهای کسب و کار و... کاربرد دارد(خالید[۶]،۲۰۱۱) در این زمینه، علیرضا داد در سال ۸۷ ،تحقیقی تحت عنوان بهبود چیدمان خط تولید کارخانه شرق جامه با استفاده از شبیه سازی سیستم های صف انجام دادند. این تحقیق در یک کارخانه نساجی واقع در شهرک صنعتی یزد صورت پذیرفت. چهار شاخص برای مدل تعیین گردید. ۱- هزینه ۲- تعداد تولید ۳- ضریب بهره وری ۴- متوسط زمان انتظار. برای مدل ابتدایی این ۴ شاخص معین شدند. سپس اصلاحات لازم بر بروی مدل انجام گرفت و نتایج ثبت گردید. ۹ بار این عمل تکرار شد. سپس این ۹ مدل با استفاده از روش تاپسیس و با اوزانی که خبرگان به هر شاخص داده بودند رده بندی شدند. تحقیقی دیگر در سال ۱۳۸۳ توسط آقای کاوه کریمی دردشتی در دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز صورت گرفته است. در کارخانه روغن نباتی پنج نوع محصول مختلف تولید می شود که فرآیند تولید هر محصول تا حد زیادی با محصولات دیگر متفاوت است. در این پروژه بر روی برنامه‌ریزی تولید بر اساس سفارش رسیده از مشتریان کار شده است، سپس برنامه طراحی شده از طریق شبیه‌سازی توسط نرم افزار Show flow اجرا شده زمانهای انتظار و صفهای احتمالی مشخص گردیده است. در آخر از طریق الگوریتم ژنتیک برنامه ریزی تولید و شبیه سازی انجام‌گرفته، بهینه شده است. سانگ هیونگ هان[۷] و همکاران در سال ۲۰۱۲ تحقیقی تحت عنوان شبیه سازی خودکار پس ازشبیه سازی های مدولارخط مونتاژ تولید ساختمان انجام دادند.از شبیه سازی اغلب برای فهم مدل فرآیندهای تولید با هدف بهبود آنها استفاده می شود .در بسیاری از موارد اطلاعات تولید شده توسط شبیه سازی به اندازه کافی دقیق نیست ولی با این حال می تواند به تفسیر مدل کمک زیادی کند .استفاده از تجسم در ترکیب با شبیه سازی در پروژه برای جلوگیری از سوء تعبیر از اطلاعات ،یک مدل ایجاد میکندو به درک فرآیند تولید کمک می کند . هدف از این پژوهش،فرآیند تجسم به عنوان یک ابزار پس از شبیه سازی از طریق به اشتراک گذاری اطلاعات تعاملی بین شبیه سازی و تجسم میباشد . در روش ارائه شده،شبیه سازی خط تولید ساختمان های مدولار و تجسم آن در قالب انیمیشن اعمال می شود .بر اساس برنامه ریزی های جدید توسعه یافته با استفاده از اصول ناب، یک مدل شبیه سازی ساخته شده بود و خروجی آن ،فایل ASCII به عنوان ورودی برای تجسم مدل استفاده می شود .تجسم سه بعدی با استفاده از Maxscript در استودیو سه بعدی مکس برای تجسم فرایند اتوماسیون توسعه داده شد .روش ارائه شده در اعمال یک مطالعه موردی برای نشان دادن ویژگی های اساسی از کار و مزایای آن برای تصمیم گیری می باشد.

۴. روش انجام تحقیق

[۶] Khalid
[۷] Sung Heung Han

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق از نوع مطالعات تجربی (تجربه و آزمایش) می باشد. این نوع تحقیق یک تحقیق کاربردی است و در این تحقیق سعی شده است با استفاده از شبیه سازی و با توجه به محدودیتهای مسئله، یک مدل مناسب برای بهبود چیدمان خط تولید کارخانه داروسازی "سلامت" ارائه گردد. برای این کار از اطلاعات موجود در کتب و مقالات گوناگون داخلی و خارجی و همچنین از اطلاعات بخش مهندسی صنایع کارخانه استفاده شده است. هدف اولیه این گونه پژوهشها، پیش بینی وقایع در شرایط تجربی است. در حالیکه هدف نهایی آن تعمیم دادن نتایج حاصل از مطالعه به گروهی بزرگتر و وسیعتر از محیط آزمایشگاهی (محیط مدل) و تجربی است.مراحل انجام این پژوهش به شرح زیر،شکل ۱، میباشد:

۱.شناسایی نحوه ی تولید و بسته بندی دارو در حال حاضر

۲.تعریف ایستگاههای کاری و رسم نمودار فرایند انجام بسته بندی

۳.زمانسنجی هر ایستگاه کاری

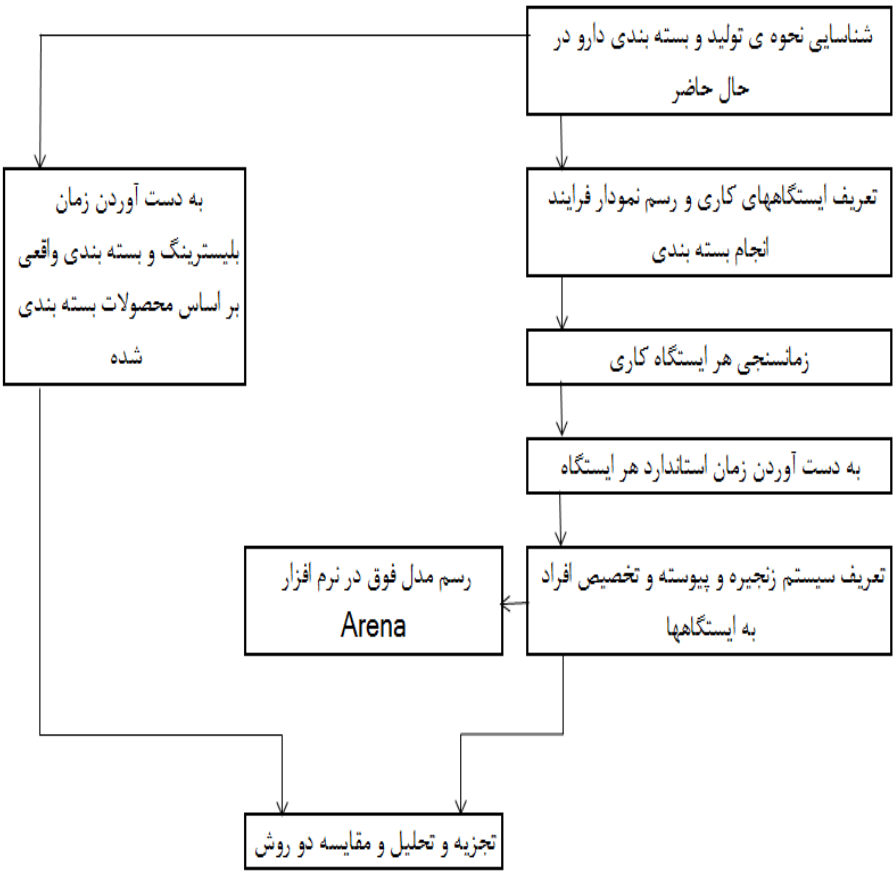
۴. به دست آوردن زمان استاندارد هر ایستگاه

۵.بدست آوردن زمان بلیسترینگ و بسته بندی واقعی بر اساس محصولات بسته بندی شده

۶.تعریف سیستم زنجیره و پیوسته برای فرایند بسته بندی امپول در کارخانه و تخصیص ایستگاهها به افراد

۷.رسم مدل فوق در نرم افزار Arena

۸. تجزیه و تحلیل و مقایسه دو روش

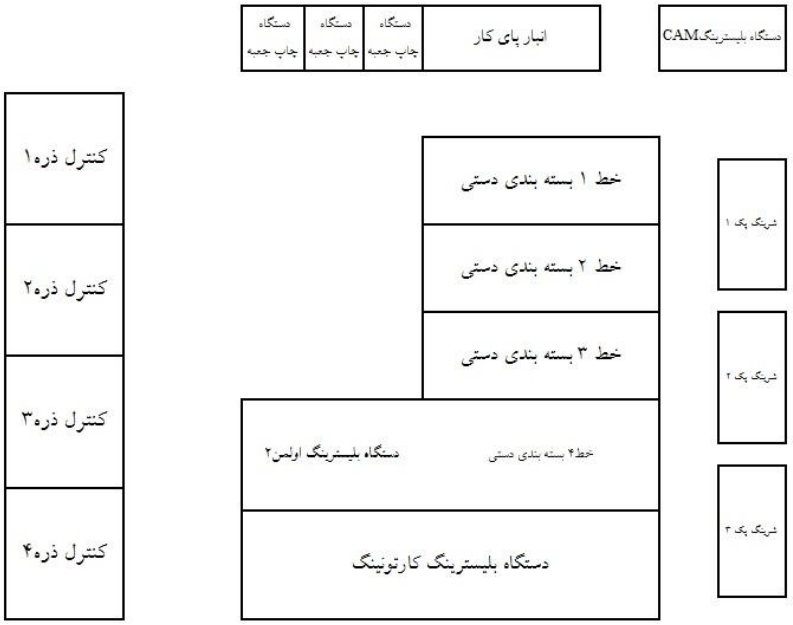


www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱: مراحل روش تحقیق

اگر بخواهیم فعالیت هایی که در حین بسته بندی انجام میشود رو به صورت ایستگاه کاری تعریف کنیم ابتدا لازم است طرحریزی سالن بسته بندی را به شکل زیر،شکل ۲، به تصویر بکشیم:



شکل ۲: طرحریزی سالن بسته بندی محصولات کارخانه "سلامت"

همانطور که در شکل ۲، مشاهده میکنید محصول بعد از ساخت به وسیله دستگاههای کنترل ذره ،کنترل میشود سپس با دستگاههای بلیسترینگ،بلیستر میشود در مرحله ی بعد وارد خطوط بسته بندی دستی میگردد و در نهایت بعد از شرینگ به انبار محصول منتقل میگردد.

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت هایی که هر بسته بند (۳۰ و ۳۱ فروردین ۱۳۹۶) انجام میدهد در حال حاضر به صورت تکمیلی است یعنی هر بسته بند آمپول و دیگر مخلفات را از رابط تحویل میگیرد و به صورت کامل و گسسته از سایر بسته بند ها محصول را بسته بندی میکند. فعالیت های وی را به صورت ایستگاههای کاری تفکیک می کنیم .برای اینکه بتوان زمان استاندارد هر ایستگاه را بدست آورد،باید ابتدا زمان ها را در ضریب عملکرد هر بسته بند ضرب کرد تا زمان نرمال بدست آید.ضریب عملکرد عددی است که ارزیاب از مقایسه کارائی فرد منظور با فرد نرمال به وی می دهد.زمان نرمال بدست آمده باید در بیکاری های مجاز ضرب شود تا زمان استاندارد بدست آید.

زمان استاندارد هر ایستگاه برای عناصر کاری بسته بند به شرح جدول ۱ میباشد:

جدول ۱: جدول عناصر کاری اپراتور بسته بند و زمان استاندارد آنها

عنصر	نام عنصر	شرح عنصر	زمان استاندارد هر عنصر(ثانیه)	فرکانس	الونس	زمان استانداردکل(ثانیه)	اپراتور	زمان هر آمپول
A	برداشتن جعبه خام از سبد	برداشتن ۴۰ عدد جعبه خام از سبد پلاستیکی و قرار دادن آن روی میز	۶.۴۰۶۸	۲۵۰	۱۴	۱۶۰۱.۷	بسته بند	۰.۰۳۲۰۳۴
B	برداشتن بروشور از سبد	برداشتن ۶۰ عدد بروشور از سبد پلاستیکی و قرار دادن روی میز	۶.۹۴	۱۶۶.۶۷	۱۴	۱۱۵۶.۶۸۹۸	بسته بند	۰.۰۲۳۱۳۳۷۹۶
C	خالی کردن آمپول های بلیستر شده	خالی کردن آمپول های بلیستر شده از سبد پلاستیکی حاوی ۳۰۰ روندو بر روی میز	۱۴.۴۶۳	۶۶.۶۷	۱۴	۹۶۴.۲۴۸۲۱	بسته بند	۰.۰۱۹۲۸۴۹۶۴
D	بستن جعبه	برداشتن و فرم دادن یک عدد جعبه	۲.۹۸	۱۰۰۰۰	۱۴	۲۹۸۰۰	بسته بند	۰.۵۹۶
E	بسته بندی	برداشتن جعبه فرم داده شده،برداشن یک عدد بروشور و تا کردن آن،برداشتن یه روندو آمپول و کنترل چشمی،قرار دادن درون جعبه و بستن درب آن و گذاستن روی میز	۶.۱۱۳۹۳۴	۱۰۰۰۰	۱۴	۶۱۱۳۹.۳۴	بسته بند	۱.۲۲۲۷۸۶۸
F	تعویض سینی	برداشتن سینی خالی و گذاشتن بر روی سینی پر	۴.۳۶۰۵	۲۲۲	۱۴	۹۶۸.۰۳۱	بسته بند	۰.۰۱۹۳۶۰۶۲
G	قرار دادن جعبه در سینی	برداشتن ۱۵ جعبه ی بسته بندی شده،مرتب کردن و کنترل آن و قرار دادن در سینی	۶.۷۲۶	۶۶۷	۱۴	۴۴۸۶.۲۴۲	بسته بند	۰.۰۸۹۷۲۴۸۴
H	مهر زدن	زدن مهر پرسنلی بر روی سینی	۲.۶۲	۲۲۲	۱۳	۵۸۱.۶۴	بسته بند	۰.۰۱۱۶۳۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

در هر خط بسته بندی یک تا دو رابط وظیفه ی سرویس دهی به تمام بسته بند های خط را دارند.رابط فعالیت های متنوعی انجام میدهد ولی این فعالیت ها به صورت پراکنده است و پیوستگی در آن مشاهده نمیشود زیرا کار رابط وابسته به کار بسته بند میباشد.

با تمام این توضیحات می توان فعالیت های رابط و زمان استاندارد آن را به عناصر زیر شرح داد:

عناصر کاری زمان استاندارد

: جدول ۲ جدول اپراتور رابط و انجام آنها

زمان	حالت جاری
۴۲۷.۹۸	برداشتن ۱۲ عدد سینی از روی پالت و قرار دادن آن کنار اپراتور بسته بندی
۱۷۵.۰۳	انتقال پالت حاوی ۱۴ عدد سبد جعبه ی چاپ شده از انبار به کنار خط بسته بندی
۴۹.۱۳	انتقال پالت جعبه به روی خط و برداشتن ۲ عدد سبد جعبه از پالت و قرار دادن آن د رکنار اپراتور بسته بندی
۱۵۳.۹۷	انتقال پالت حاوی سه سبد بروشور تا شده از اتاق بروشور به کنار خط بسته بندی
۴۳.۰۶	انتقال پالت سبد بروشور رو ی خط و برداشتن سبد بروشور و قرار دادن آن روی میز کار
۷۰۱.۳۱	برداشتن بروشور از سبد و ریختن ۵۰۰ عدد بروشور روی میز در کنار بسته بندی
۱۷۱۹.۰۷	برداشتن سبد آمپول روندو شده از کنار دستگاه اولمن۲ و قرار دادن آن در کنار اپراتور بسته بند
۱۱۷۰.۲۶	برداشتن ۳ عدد سینی پر و چیدن آن روی پالت
	انتظار
۷۴۲.۸۳	نظافت

بر اساس محصولات بسته بندی شده ی قبلی و اطلاعات بدست آمده از زمان بسته بندی دستی و بلیسترینگ آنها،میانگین زمان بسته بندی و بلیسترینگ در روش جاری بدست خواهد آمد.به دلیل حجم محصولات فراوان کارخانه،تنها چند محصول به صورت رندم انتخاب شد. خلاصه ی داده های فوق به شرح جدول زیر می باشد:

: جدول زمان واقعی بسته بندی دستی و بلیسترینگ محصولات مختلف۳ جدول

ج.ق	نام محصول	مقدار تولید	میانگین زمان های بلیسترینگ	میانگین زمان های بسته بندی

www.SID.ir

Archive of SID

۱	نیترال۵	۵۰۰۰۰	9:02:37	49:41:31
۲	لیگنودیک ٪۲	۶۰۰۰۰	10:28:59	50:28:40
۳	لیگنودیک ٪۱	۵۰۰۰۰	8:57:44	41:38:33
۴	رزماید۴۰	۵۰۰۰۰	9:08:28	43:39:51
۵	ترانگزیپ	۵۰۰۰۰	8:57:14	49:59:46
۶	هیدانتیک	۵۰۰۰۰	8:55:29	51:59:34
۷	دپادیک	۵۰۰۰۰	9:05:34	46:51:48

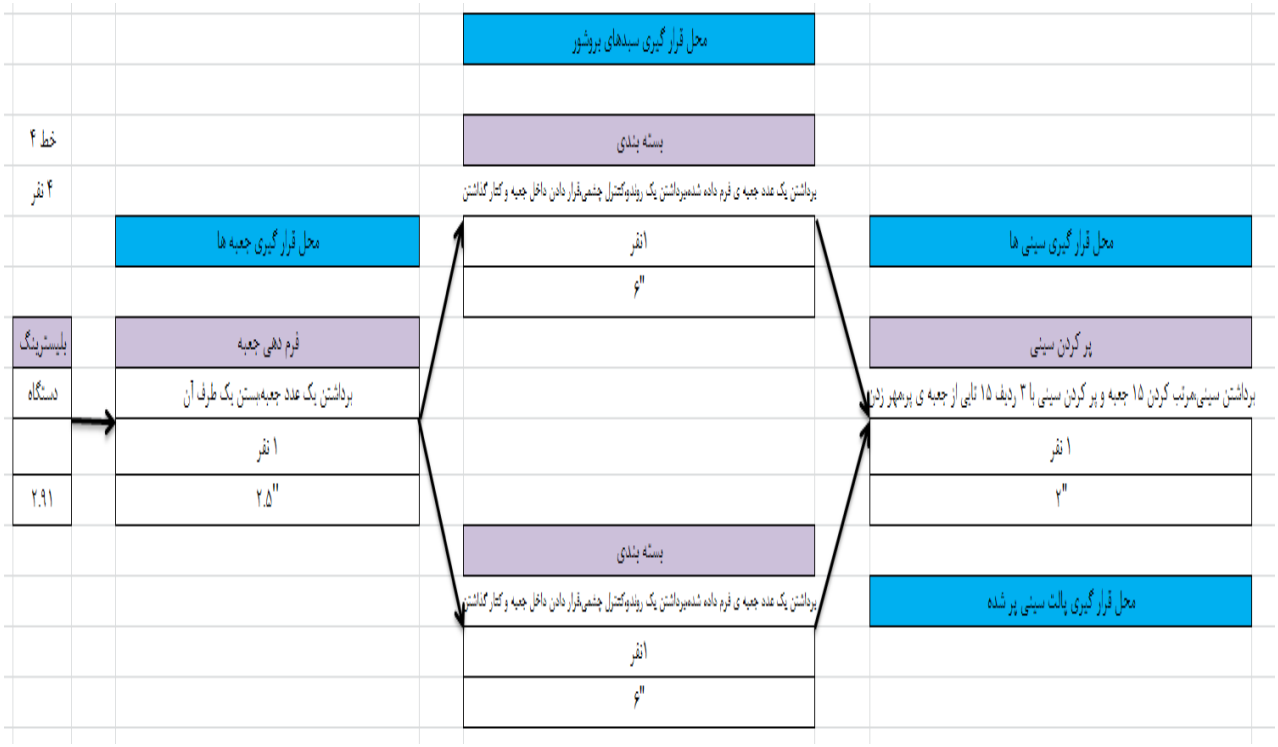
۵. شبیه سازی مدل سیستم زنجیره

مدل زنجیره در فرایند بسته بندی محصولات کارخانه ی "سلامت" براساس زمان سنجی صورت گرفته به ۴ ایستگاه کاری تقسیم بندی گردید.که نام هر ایستگاه،میانگین زمان بسته بندی و تعدا نفرات مورد نیاز برای هر ایستگاه به شرح شکل زیر درآمده است.

ایستگاه اول مربوط به بلیسترینگ میباشد که توسط دستگاه انجام میشود،زمانسنجی مربوط به دستگاه از طریق سرعت آن به دست آمد که البته با زمان بلیسترینگ واقعی محصولات چندان تفاوتی نداشت. ایستگاههای بعدی که توسط اپراتور انجام میشود را با زمان بلیسترینگ دستگاه هماهنگ کردیم،چون عملا بالا بردن سرعت دستگاه در کیفیت محصول اختلال ایجاد میکند.پایین آوردن سرعت دستگاه نیز از نظر اقتصادی عاقلانه نیست.ایستگاه دوم مربوط به فرم دهی جعبه میباشد که از نظر توالی کار، نیازی به پیش نیاز ندارد ولی خودش پیشنیاز ایستگاه بعدی یعنی بسته بندی دستی میباشد.این ایستگاه بر اساس زمان سنجی،یک اپراتور به آن تخصیص داده میشود.ایستگاه سوم مهمترین ایستگاه بسته بندی میباشد که به دلیل زمان بالای آن،گلوگاه ایجاد میشود لذا برای رفع این گلوگاه از دو نفر اپراتور برای انجام آن استفاده میشود.نهایتا در ایستگاه آخر که تمامی جعبه های بسته شده جمع آوری میگردد و ۴۵ جعبه در درون سینی قرار میگیرد،روی هر سینی مهر میخورد و فرایند بسته بندی در اینجا به اتمام میرسد. طرح سیستم زنجیره بسته بندی محصولات کارخانه داروسازی "سلامت" به شکل ۳ توجه نمایید.

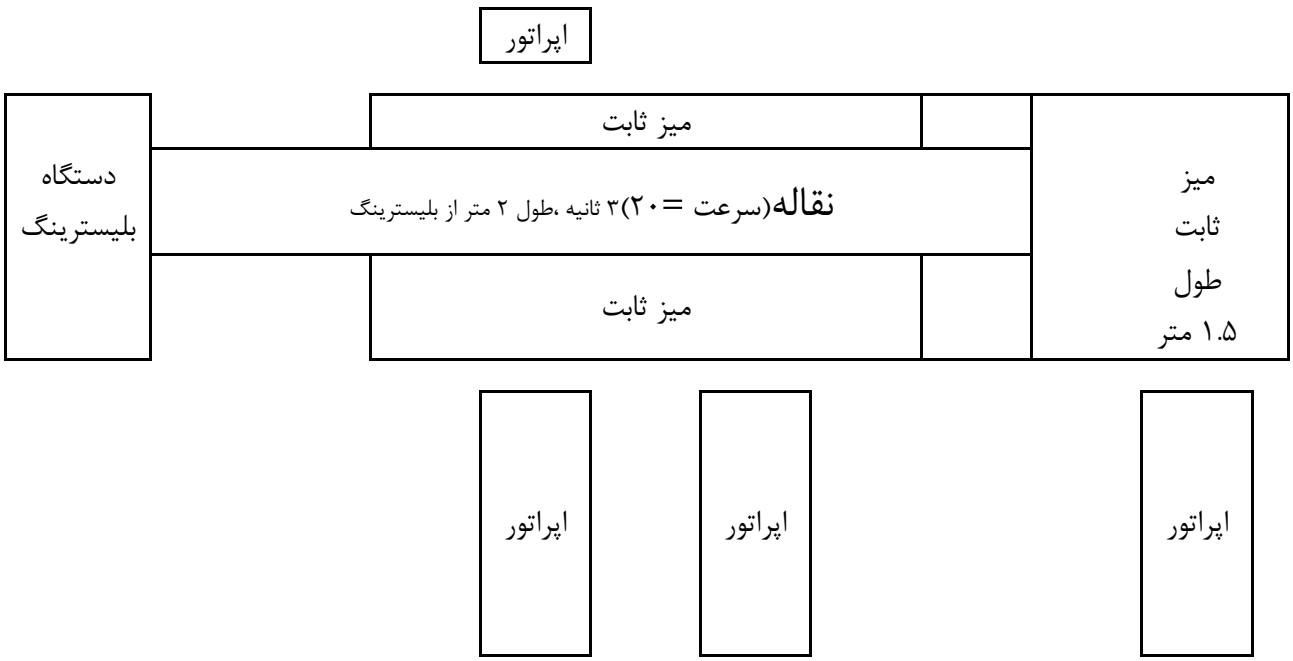
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: مدل سیستم زنجیره بسته بندی محصولات

و جانمایی مدل سیستم زنجیره در کارخانه به صورت شکل ۴ می باشد:



www.SID.ir

Archive of SID

بسته بندی محصولات

شکل ۴: جانمایی سیستم زنجیره

۶. وارسی و اعتبار سنجی مدل

وارسی (Verification)

عمل وارسی در مورد صحت ساختار مدل بحث می کند که آیا مدل به صورت صحیح بنا شده است یا نه.

در این پروژه هر سه اقدام مربوط به وارسی یعنی ۱) استفاده از عقل سلیم ۲)مستند سازی ۳)ردیابی به کار گرفته شد و سعی بر آن شد که مسئولین ذیربط در شرکت "سلامت" از جمله مهندس ابراهیمی را در جریان انجام مرحله به مرحله پروژه قرار دهیم تا مدل بر اساس رفتار سیستم واقعی تهیه شود.چراکه بهترین روش برای وارسی مدل، تایید توسط کسانی است که در سیستم حضور دارند.

اعتبار سنجی(Validation)

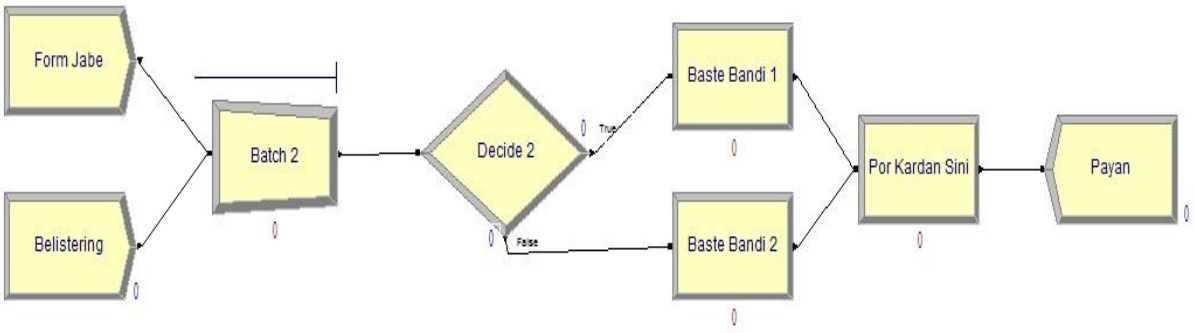
در مورد ساختن مدل صحیح بحث می کند که آیا مدل مدل خوبی است یا نه.

در این پروژه با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد مدل تا حد زیادی به واقعیت نزدیک است و می توان تحلیل های مورد نظر را روی آن انجام داد. اما باید توجه داشت که این مدل، مدل ساده شده واقعیت است.

۷. شبیه سازی سیستم فوق در نرم افزار ارنا

با توجه به مدل ارایه شده در شکل ۳ برای شبیه سازی با Ar ena ،چندین ایستگاه کاری تعریف شده ،ابتدا ۶ ماژول هر ایستگاه در نرم افزار رسم میشود و تنظیمات هر ماژول طبق ویژگی های هر ایستگاه تعریف میگردد.ایستگاهها به صورت زنجیره کار میکنند و محصول بعد از هر فرایند وارد مرحله ی بعد میشود و در انتها محصول کامل به دست می آید.

مدل اصلی پروژه در نرم افزار در شکل ۵ آمده است.



شکل ۵: مدل شبیه سازی شده سیستم زنجیره بسته بندی در نرم افزار Ar ena

www.SID.ir

Archive of SID

توابع ماژول ها

جدول ۴: جدول

نام ماژول	نام تابع	ویژگی
Beli stri ng	ثابت	میانگین ۲.۹۱
For mJabe	نرمال	میانگین ۲.۶۱ و انحراف معیار ۰.۵۰۳
Bast e bandi	نرمال	میانگین ۵.۸۵ و انحراف معیار ۱.۷۲۱
Por kar dan Si ni	نرمال	میانگین ۲ و انحراف معیار ۰.۵

در ابتدا بعد از تغذیه ی آمپول در بلیسترینگ و فرم دادن جعبه بسته بندی توسط اپراتور،هر دوی آنها به دو اپراتور بسته بند تحویل داده میشود تا آنها بسته بندی را تکمیل نمایند.هر دوی آنها بعد اتمام کار خود جعبه های بسته بندی شده را به ایستگاه بعد تحویل میدهند تا نفر آخر آنها در سینی قرار دهد.تنظیمات ماژول ها براساس جدول ۴ پر می گردد و سپس مدل اجرا می شود.

۸. محاسبه ی درصد بهبود در روش زنجیره

برای ۷ محصولی که اطلاعات جمع آوری گردید،مطابق جدول زیر میانگین زمان بلیسترینگ و زمان پیش بینی بسته بندی دستی محاسبه و آورده شده است.چون بیشترین مانور این سیستم روی قسمت بسته بندی دستی محصولات میباشد که گپ های زیادی در آن دیده میشود و بیشترین انحراف از استاندارد را داراست، لذا سعی شده که نظم بسته بندی دستی را طبق محاسبات ۴ نفر اپراتور نیاز دارد،با سرعت تولید دستگاه که ثابت است،وابسته کرد.با این ترفند بنابراین زمان بسته بندی دستی هر محصول ۴ برابر زمان بلیسترینگ دستگاه میباشد که مطابق جدول ۴ مشاهده می نمایید.

: جدول مقایسه زمان بسته بندی در دو روش۵ جدول

ردیف	نام محصول	استاندارد تولید	زمان بلیسترینگ استاندارد	میانگین زمان های بلیسترینگ	زمان بسته بندی پیش بینی شده(۴نفر)	میانگین زمان های بسته بندی	درصد بهبود
۱	نیترال۵	۵۰۰۰۰	8:35:00	9:02:37	36:10:27	49:41:31	۲۷.۲۰٪
۲	لیگنودیک ۲٪	۶۰۰۰۰	10:16:00	10:28:59	41:55:55	50:28:40	۱۶.۹۳٪
۳	لیگنودیک ۱٪	۵۰۰۰۰	8:35:00	8:57:44	35:50:55	41:38:33	۱۳.۹۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

۴	رزماید۴۰	۵۰۰۰۰	8:35:00	9:08:28	36:33:51	43:39:51	۱۶.۲۶٪
۵	ترانگزیپ	۵۰۰۰۰	8:35:00	8:57:14	35:48:55	49:59:46	۲۸.۳۶٪
۶	هیدانتیک	۵۰۰۰۰	8:35:00	8:55:29	35:41:57	51:59:34	۳۱.۳۴٪
۷	دپادیک	۵۰۰۰۰	8:35:00	9:05:34	36:22:16	46:51:48	۲۲.۳۹٪

زمان استاندارد دستگاهها از جمع زمان بلیسترینگ و آماده سازی اولیه دستگاه و همچنین نظافت آخر دستگاه به دست می آید.

زمان بلیسترینگ با توجه به سرعت دستگاه به دست می آید و زمان آماده سازی دستگاهها و نظافت پایان آن ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شده است.

به عنوان مثال زمان استاندارد بلیسترینگ محصول ترانگزیپ با سرعت تقریبی ۲۰.۵ (دقیقه/روندو) برای ۵۰۰۰۰ محصول، حدود ۸:۰۵ به دست می آید که با ۳۰ دقیقه آماده سازی و نظافت ۸:۳۵ میشود.سرعت ۲۰.۵ یعنی در هر دقیقه ۲۰.۵ روندو ۵ تایی زده میشود.

۹. مقایسه ی زمان و فعالیت های رابط بسته بندی

همانطور که پیشتر بیان کردیم بیشترین تاثیر این روش بر کاهش حمل و نقل کالاها و محصولات نیمه ساخته بین بخش تولید است لذا رابط که وظیفه ی اصلی وی حمل و رساندن مواد مورد بسته بندی به بسته بند ها است،بیشترین نتیجه ی موثر این روش را به خود اختصاص داده است.جدول ۵ فعالیت های رابط در حالت جاری و حذف بسیاری از فعالیت های اضافه را نشان میدهد .نکته ی جالب این است که کاهش فعالیت رابط بیش از ۷۵٪ می باشد. این بدان معناست که تنها یک رابط میتواند هم زمان ۴ خط بسته بندی را سرویس دهی کند.

: جدول مقایسه زمان کارکرد اپرانور رابط در دو روش۶ جدول

کار رابط در دو حالت			
زمان	حالت زنجیره	زمان	حالت جاری
		۴۲۷.۹۸	برداشتن ۱۲ عدد سینی از روی پالت و قرار دادن آن کنار اپراتور بسته بندی
۱۷۵.۰۳	انتقال پالت حاوی ۱۴ عدد سبد جعبه ی چاپ شده از انبار به کنار خط بسته بندی	۱۷۵.۰۳	انتقال پالت حاوی ۱۴ عدد سبد جعبه ی چاپ شده از انبار به کنار خط بسته بندی

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال پالت جعبه به روی خط و برداشتن ۲ عدد سبد جعبه از پالت و قرار دادن آن د رکنار اپراتور بسته بندی	۴۹.۱۳	انتقال پالت جعبه به روی خط	۴۹.۱۳
انتقال پالت حاوی سه سبد بروشور تا شده از اتاق بروشور به کنار خط بسته بندی	۱۵۳.۹۷	انتقال پالت حاوی سه سبد بروشور تا شده از اتاق بروشور به کنار خط بسته بندی	۱۵۳.۹۷
انتقال پالت سبد بروشور رو ی خط و برداشتن سبد بروشور و قرار دادن آن روی میز کار	۴۳.۰۶	انتقال پالت سبد بروشور روی خط	۴۳.۰۶
برداشتن بروشور از سبد و ریختن ۵۰۰ عدد بروشور روی میز در کنار بسته بندی	۷۰۱.۳۱		
برداشتن سبد آمپول روندو شده از کنار دستگاه اولمن۲ و قرار دادن آن در کنار اپراتور بسته بند	۱۷۱۹.۰۷		
برداشتن ۳ عدد سینی پر و چیدن آن روی پالت	۱۱۷۰.۲۶		
انتظار			
نظافت	۷۴۲.۸۳	نظافت	۷۴۲.۸۳

	۵۱۸۲.۶۴		۱۱۶۴.۰۲
نفر-ساعت	۱.۴۳۹۶۲	نفر-ساعت	۰.۳۲۳۳۴

۱۰.نتایج پژوهش

هدف از انجام هر پژوهش دستیابی به نتایجی است که به وسیله آن بتوان به اهداف از پیش تعیین شده دست یافت. با بهره‌گیری از مزایای شبیه‌سازی، کارخانه در مراحل اولیه می تواند فعالیت‌های خود را به حالت بهینه نزدیک سازد. همین امر شفافیت و اعتبار بیشتری به محاسبه هزینه‌های کارخانه می بخشد. نتایج شبیه‌سازی، پروژه سرمایه‌گذاری را از نظر مالی کارآمد می سازد و همان‌طور که مدیر برنامه ریزی کارخانه اشاره نموده است هزینه‌های شبیه‌سازی در مقابل صرفه‌جویی که برای شرکت به همراه دارد،بسیار ناچیز است. با شبیه سازی صورت گرفته و مدل طراحی شده به نتایج مثبت زیادی دست پیدا کردیم که آنها را می توان به شرح زیر بیان نمود:

۱.افزایش تعداد تولید:

با کاهش تقریبا ۲۵ درصدی در زمان بسته بندی طبق جدول ۵ باعث می شود که تعداد بچ ۵۰۰۰۰ تایی بیشتری را در زمان بسته بندی نمود لذا افزایش تعداد تولید کاملا ملموس می باشد.

۲.بالا بردن ضریب بهره وری اپراتورها:

با استاندارد سازی روند تولید محصول،افزایش نظم در تولید و ساختار زنجیره،بیکاری اپراتورها به حداقل میرسد.بسته بندها موظف اند شرایط کاری خود را با دستگاه قبل خود همگام سازی کنند در غیر این صورت،تعداد زیادی

www.SID.ir

Archive of SID

محصول پشت دست آن ها جمع آوری می گردد.با توجه به فرمول ضریب بهره وری اپراتور،زمان فعالیت اپراتور منهای بیکاری های مجاز تقسیم بر کل زمان در دسترس،با افزایش زمان فعالیت اپراتور،بهره وری نیز بالا می رود.

۳.کاهش متوسط زمان انتظار محصول:

در مدل جاری و سنتی،روش بسته بندی محصول به صورتی بود که بعد از اینکه آمپول ها بلیستر میشدند،بسته به نیاز به سمت میز بسته بندی دستی حمل میشد و یا به انبار منتقل میگردید،همین امر زمان انتظار محصول را بالا می برد.در روش زنجیره آمپول به صورت پیوسته بین دستگاه بلیسترینگ و نفرات بسته بندی منتقل میشود و در صورت بالانس بودن خط تولید،زمان انتظار محصول به حداقل می رسد.

۴.کم کردن هزینه تولید:

هزینه ی تولید محصول شامل نیروی انسانی،مواد اولیه،تجهیزات و ... می باشد.که میتوان اینگونه بیان کرد بالاترین سهم را در این بین،نیروی انسانی دارد،پس صرفه جویی در این قسمت می تواند باعث کاهش چشم گیر هزینه های تولید باشد.همانطور که در جدول ۵ قابل مشاهده است ،در حال حاضر تعداد نیروی انسانی بسته بند برای خط ۴ به طور میانگین ۵.۵ نفر می باشد که این عدد در سیستم زنجیره به ۴ نفر رسیده است.

۵.مینیمم کردن توقفات ماشینها:

اگرچه در این سیستم تمرکز زیادی بر روی ماشین آلات به دلیل محدودیت های فنی نشده ولی باید خاطر نشان کرد با وابسته کردن نفرات به دستگاه بلیسترینگ،باید برنامه ریزی در توقفات،سرویس فنی،تغییر سایز پارت و ... صورت گیرد.چرا که هرگونه توقف در دستگاه بیکاری اپراتور را نیز افزایش میدهد و بهره وری سیستم زنجیره را با مشکل رو برو میکند.

۶.بالانس نمودن چیدمان کارخانه"سلامت":

در روش حاضر گسستگی بین هر قسمت بالانس نبودن ایستگاههای کاری را چندان نشان نمیدهد،زیرا زمان خیلی زیادی صرف انبار کردن و حمل و نقل محصولات بین ایستگاههای کاری میشود.این در صورتی می باشد که با زنجیره کردن و پیوسته کردن ایستگاههای کاری،عدم بالانس نبودن نمایان می شود.در این صورت با زمانسنجی های صورت گرفته،پیش بینی ها و مدل سازی روش زنجیره در نرم افزار Arena این مشکل را برطرف می نماید.هرگونه گلوگاه در شبیه سازی صورت گرفته در Arena به چشم میخورد.

۱۱. محدودیت پژوهش

در مورد محدودیتهای تحقیق باید عنوان کرد که با توجه به اینکه استفاده از مدلهای شبیه‌سازی در برنامه ریزی تولید چندان در واحدهای تولیدی مرسوم نبوده است، ساختارها و ملزومات این کار نیز بصورت کامل وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

بسیاری از اطلاعات کاربردی در این زمینه یا اصلاً وجود ندارد و یا به صورت پراکنده و نامنظم می‌باشند. البته پردازش این داده ها و تبدیل به اطلاعات، خود مستلزم صرف وقت زیادی است.

به علت عدم آگاهی کافی در مورد شبیه سازی، این روش هنوز کارآیی خود را نشان نداده است به گونه ای واحدهای تولیدی با این مدل بیگانه هستند و به این مدلها با عدم اطمینان می‌نگرند و این خود بر مشکلات تحقیق می‌افزاید.

۱۲ .پیشنهاد برای پژوهش آینده

با توجه به ماهیت نظری پژوهش و اینکه هدف نهایی از ساخت هر مدل بکارگیری آن در محیط واقعی میباشد، شایسته است از طریق پیاده سازی مدل پیشنهادی در یک محیط تولیدی که با فرضیات مسأله همخوانی دارد، مناسب بودن نتایج تئوریکی این مطالعه مورد آزمون عملی قرار گیرد تا بتوان علاوه بر رفع مشکلات احتمالی، به شواهد محکمتری برای اثبات قابلیت کاربرد مدل دست یافت.

وضعیت کاری کارخانه در شرایط خاص مانند توقف تولید، بروز مشکلات مختلف، تعطیلات و ... برای مدیر کارخانه اهمیت کلیدی دارد. بر این اساس می توان استراتژی‌ها در فاز برنامه‌ریزی طراحی کرد و در مدل مورد آزمایش قرار داد.

کارخانه شامل ۴ خط بسته بندی محصول است که این مدل برای یک خط و یک نوع محصول طراحی گردیده است.می توان با بررسی های بیشتر و مطالعات دقیق تر این طرح را به ۳ خط دیگر بسط داد.که یقینا با بی نظمی های موجود در سه خط دیگر می توان شاهد بهبود بیشتری بود.

ایستگاه بعد از بسته بندی دستی،شرینگ پک محصول می باشد که می توان در طرح های آتی ،این ایستگاه را نیز به سیستم زنجیره اضافه نمود تا زمان انتظار محصول برای این ایستگاه و همچنین حمل نقل از خط بسته بندی تا شرینگ پک از بین برود.

۱۳.تشکر و قدردانی

از رهنمودهای استاد راهنمای محترم آقای دکتر عادل آذر صمیمانه تشکر وقدردانی می‌کنم که قطعاً بدون راهنمایی‌های ارزنده ایشان، این پروژه به انجام نمی‌رسید.

14.Abstract:

This research has been conducted in a Pharmaceutical factory in Rasht industrial zone. The motivation behind this work was to address the problems such as high cost, high waiting time, low production rate and low resource utilization observed during the production process.

www.SID.ir

Archive of SID

To evaluate and tackle the mentioned issues, in the first phase of this project the production line was modeled. To this aim, first the existing layout of machineries was identified. Then, the operating time for both the operators and machineries were measured. The derived layout was then implemented in Arena. Finally, to verify the model, simulation results were confirmed by experts and managers.Then the model was run and the simulation results were recorded.

۱۵.مراجع

1. Trout, B., Bisson , W .(2009). Continuous manufacturing of small-molecule pharmaceuticals . Accessed October 8th,2015
2. Lee, S , L.,et. Al. (2015).Modernizing pharmaceutical manufacturing: from batch to continuous production. Journal of Pharmaceutical Innovation, 10(3),191-199. doi : 10.1007/s12247-012-9215-8.
3. Jacoby, R. , et. Al. (2015). Advanced bio pharmaceutical manufacturing: an evalution underway. Accessed October 8th,2015
4. الوانی، مهدی،میرشفیعی،نصرالله،مدیریت تولید،1378،مشهد:شرکت به نشر
5. داد،علیرضا،بهبود چیدمان خط تولید کارخانه شرق جامه با استفاده از شبیه سازی سیستم های صف،1387،پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مدیریت صنعتی واحد تهران مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی.
6. کریمی دردشتی،کاوه،مدلسازی و شبیه سازی فرایند تولید کارخانه روغن نباتی گلناز کرمان،1383،پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مدیریت واحد تهران مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی.

www.SID.ir