Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

کنترل میزان ضایعات در شرکت سیم و کابل با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستمی

علی حاجی غلام سریزدی [1*]

[1] نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات گرایش کسب و کار هوشمند، دانشگاه تربیت مدرس، تهران،
A.hajigholam@modares.ac.ir

چکیده

تولید محصول با کیفیت بالا و عاری از عیب از جمله اهداف استراتژیک محسوب می شود که هر سازمانی را در دستیابی به سهم مناسب از بازار رقابت یاری می نماید. این در حالی است که کاهش و حذف ضایعات نقش مهمی در رسیدن به هدف مزبور بازی می کند. از طرف دیگر یکی از مهمترین موضوعات در هر صنعتی کاهش هزینه های تولید می باشد که ضایعات یکی از عوامل مهم در این راستا می باشد.

مقاله حاضر به مطالعه پویایی های ایجاد ضایعات در ساختار تولیدی یک شرکت سیم و کابل که دارای حجم بالای تولید ضایعات می باشد می پردازد. برای این منظور ابتدا به بررسی عوامل و ساختار تولید ضایعات در شرکت سیم و کابل با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی پرداخته و سپس با شبیه سازی مدل حاصل، راه حل های مناسبی جهت کنترل میزان ضایعات ارائه می شود.

واژگان کلیدی

کنترل ضایعات، رویکرد پویایی های سیستمی، نرم افزار ونسیم.

1- مقدمه

در دنیای امروز محیط کسب وکار بشدت پویا و متلاطم بوده و رقبای زیادی در آن به فعالیت می پردازند. از طرف دیگر رشد و بقای هر کسب وکار یا شرکت تولیدی به مشتری و رضایت وی از محصول یا خدمت آن کسب و کار بستگی زیادی دارد. لذا هر سازمانی نیاز دارد تا طبق نظر مشتریان فرایندهای تولیدی و مدیریتی خود را اصلاح کند تا بتواند در این محیط با کسب مزیت رقابتی ادامه حیات دهد.

رضایت مشتری از ارزشی که محصول یا خدمت برای وی ایجاد می کند ناشی می شود و همیشه به دو عامل مهم قیمت و کیفیت وابسته است. بعبارت دیگر مشتری از شرکتی محصول یا خدمت دریافت می کند که آن را با قیمت پایین تر و با کیفیت بالاتر ارائه کند.

مقادیری از هزینه ها که مربوط به دستیابی یا عدم دستیابی به کیفیت مورد نظر در

www.SID.ir

Archive of SID

سازمان ها می باشد هزینه های کیفیت نامیده می شوند. امروزه تقریباً تمامی مشاوران مدیریت کیفیت، برنامه های هزینه کیفیت را به عنوان مجموعه ای از توانمندی هایشان معرفی می نمایند(1). از طرف دیگر همانطور که اشاره شد هزینه تولید محصول در کسب مزیت رقابتی مهم است و در این میان هزینه کیفیت و ضایعات نقش مهمی دارند(2). در همین راستا شرکت های مختلف بایستی با مدیریت هزینه و از طریق کاهش بهای تمام شده، قیمت فروش خود را نسبت به رقبا کاهش دهند و همزمان با سرمایه گذاری در کیفیت و ایجاد سیستم های مدیریت کیفیت به ارتقا کیفیت محصولات یا خدمات خود بپردازند.

سرمایه گذاری در کیفیت از یک طرف سبب بهبود و ارتقا خروجی محصولات و خدمات می شود و از طرف دیگر با کاهش ضایعات و دوباره کاری ها و افزایش تولید سبب کاهش هزینه ها و قیمت محصول یا خدمت می شود. بنابراین در شرکت ها و سازمان های مختلف برنامه ریزی جامعی جهت سرمایه گذاری در بخش کیفیت برای دستیابی به این دو هدف صورت می پذیرد.

با این توضیحات و از آنجا که تولید محصول با کیفیت بالا و عاری از عیب از جمله اهداف استراتژیک محسوب می شود که هر سازمانی را در دستیابی به سهم مناسب از بازار رقابت یاری می نماید. این در حالی است که کاهش و حذف ضایعات نقش مهمی در رسیدن به هدف مزبور بازی می کند. از طرف دیگر یکی از مهمترین موضوعات در هر صنعتی کاهش هزینه های تولید می باشد که ضایعات یکی از عوامل مهم در این راستا می باشد. مقاله حاضر به مطالعه پویایی های ایجاد ضایعات در ساختار تولیدی یک شرکت سیم و کابل که دارای حجم بالای تولید ضایعات می باشد می پردازد. برای این منظور ابتدا به بررسی عوامل و ساختار تولید ضایعات در شرکت سیم و کابل با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی پرداخته و سپس با شبیه سازی مدل حاصل، راه حل های مناسبی جهت کنترل میزان ضایعات ارائه می شود.

2- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

با توسعه صنعت و ورود به عصر اقتصاد دانش بنیان، نیاز سازمانهای تولیدکننده خدمات و کالا به داشتن نظام و ساختاری مشخص که به آنها در حفظ کیفیت محصول و توسعه کیفی تولیدات کمک کند بیشتر مشخص شده است. از دیگر سو مشتریان قدرت یافتند تا بین محصولاتی که خریداری می کنند، از نظر کیفی تمایز قائل شوند و محصول خوب را از بد تشخیص دهند. در این شرایط سازمانها هزینه های زیادی را در مقوله کیفیت صرف می کنند تا از گردونه رقابت خارج نشوند. بنابراین امروزه اکثر سازمانهای تولیدکننده از سیستمهای مدیریت کیفیت و الزامات تکمیلی مشتریان به عنوان بستری برای نیل به اهداف سازمانی استفاده می کنند.

بنابراین در راستای توسعه کیفیت و ایجاد سیستم های مختلف مدیریت کیفیت تاکنون مدل های مختلف و فعالیت های زیادی صورت گرفته است. از طرف دیگر با ایجاد این مدل ها و

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم ها محققان مختلف به بررسی این سیستم ها و اثرات کیفیت و کاهش ضایعات بر توسعه شرکت های تولیدی پرداخته اند.

برای مطالعه پیرامون کیفیت و کاهش ضایعات روش های مختلفی استفاده شده است که یکی از روش های مورد استفاده رویکرد پویایی های سیستمی می باشد. رویکرد پویایی های سیستمی با ادعای برخورد جامع و فراگیر نسبت به پدیده ها امکان شناخت آن ها را فراهم کرده و سبب ارائه راهکارهای منسجم و قدرتمند برای حل مسائل سیستم های مختلف چه در بازه کوتاه مدت و چه بلندمدت شده است(3 و 4). بعبارت دیگر این رویکرد هم در زمینه مسائل استراتژیک و هم عملیاتی مانند مدیریت تولید و موجودی کاربرد دارد(5). در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره می شود.

استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی در مطالعه کیفیت و مدیریت ضایعات را می توان به حوزه هایی چون کیفیت در بخش های مختلف مانند آموزش عالی، بیمارستان ها، سیستم های تولیدی و مدیریت شهری و ... تقسیم بندی کرد.

بعنوان مثال ایداکا[1](1999) با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی به کنترل کیفیت برای ایجاد TQM می پردازد. وی در مدل خود کاهش دوباره کاری و خطا، افزایش مهارت نیروی انسانی و افزایش بودجه شرکت را فرموله کرده است(6). در حوزه آموزش عالی، آذر و همکاران(1392) به تحلیل چالش کیفیت آموزش عالی در برنامه پنجم توسعه کشور با بهره گیری از رویکرد پویایی های سیستمی پرداخته اند(7).

در حوزه ضایعات بیشتر مطالعات مربوط به ضایعات بیمارستانی و مدیریت ضایعات شهری می باشند. بعنوان مثال چارول، تاناکا و شکدار[2](2008) به طراحی مدل پویایی های سیستمی ضایعات بیمارستانی پرداخته اند(8). کیپالک و بارتون[3](2012) مدلی جهت مدیریت ضایعات بیمارستانی در ترکیه ایجاد کرده اند(9). همچنین کیپالک(2013) به بررسی اثر الودگی های سیستم های بهداشتی بر کارگران مرتبط با استفاده از پویایی های سیستمی پرداخته است(10).

احمد[4](2012) به تحلیل مدیریت زباله جامد شهری در دهلی در کشور هند با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی پرداخته است(11). زارع مهرجردی، فرامرزی نژاد، اخوان(1394) یک مدل پویایی های سیستمی برای پیش بینی زباله های جامدشهری خانگی در یک منطقه شهری در یزد ایجاد کرده اند(12). همچنین پای و همکاران[5](2014) مدل پویایی های سیستمی برای مدیریت جامع زباله ایجاد کرده اند(13).

[1] idaka
[2] Chaerul, Tanaka, Shekdar
[3] Ciplak and Barton
[4] Ahmad
[5] PAI et. al

www.SID.ir

Archive of SID

اوریولا[6](2014) با استفاده از مدلسازی پویایی های سیستمی به بررسی مدیریت سیستم ضایعات در یک کارخانه می پردازد(14). همچنین یانگ(2010) به مدلسازی بازیابی ضایعات کارخانه و اثر آن بر درآمد با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی پرداخته است(15). قادری و تقی زاده(1384) به تحلیل پویایی های هزینه های کیفیت در تولید انرژی الکتریکی پرداخته اند. آنها در مقاله خود بیان می کنند که با توجه به چالش های اخیر در جهت ایجاد بازار برق برای بخش تولید انرژی الکتریکی، بهره مندی از نگرش صحیح به اقتصاد کیفیت و سیستم های هزینه کیفیت به حضور مؤثر در میدان رقابت کمک می کند زیرا که کیفیت و کاهش هزینه دو هدف مکمل به شمار می روند. بهره وری بیشتر، هزینه های کیفیت کمتر، افزایش فروش، حضور فعال در بازار و سود بیشتر از جمله مواردی است که شرکت های تولید انرژی الکتریکی از آن بهره خواهند برد. آنها در مقاله خود ابتدا به معرفی هزینه های کیفیت یک نیروگاه پرداخته و سپس با استفاده از تکنیک پویایی های سیستمی به بررسی روابط علی و معلولی آنها و تأثیرشان در بهبود سیستم تولید انرژی الکتریکی پرداخته اند. همچنین یک مدل برای نحوه سرمایه گذاری بر روی فعالیت های ارزیابی و پیشگیری پیشنهاد و اجرا کرده اند(1). شمسودوها، کوادوس و کلاس[7](2013) به مدلسازی پویایی های سیستمی برای بازیابی مواد ضایعاتی و کسب مزیت از آن پرداخته اند(16).

ترهان، گارگ و ساچدوا[8](2014) با استفاده از پویایی های سیستمی به بررسی اقدامات پیشگیرانه و سرمایه گذاری در کیفیت و اثر آن در کاهش هزینه ها پرداخته اند. آنها بیان می کنند که هدف از بررسی هزینه کیفیت لزوما کاهش آن نیست بلکه اجرای درست آن می باشد تا کیفیت افزایش یافته و مشتری راضی گردد. آنها در مقاله خود با استفاده از مدلسازی بدنبال کاهش هزینه های غیرعملکردی[9] مانند هزینه شکست داخلی و هزینه شکست خارجی[10] با سرمایه گذاری بر هزینه های عملکردی مانند هزینه پیشگیری و هزینه ارزیابی[11] می باشند. آنها بیان می کنند که پیشگیری علت عیب را شناسایی و رفع می کند و ارزیابی سبب شناسایی فعالیت معیوب می شود(2). مطالعات دیگری نیز به مدل سازی پویایی های سیستمی برای سیستم هزینه کیفیت پرداخته اند(17، 18).

نهایتا می توان گفت که در زمینه مدیریت ضایعات با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی مطالعات زیادی صورت گرفته است(19، 20، 21، 22).

---

[6] Oriola
[7] Shamsuddoha, Quaddus, Klass
[8] Trehan, Garg, Sachdeva
[9] non-conformance costs
[10] internal failure cost & external failure cost
[11] prevention cost & appraisal cost

www.SID.ir

Archive of SID

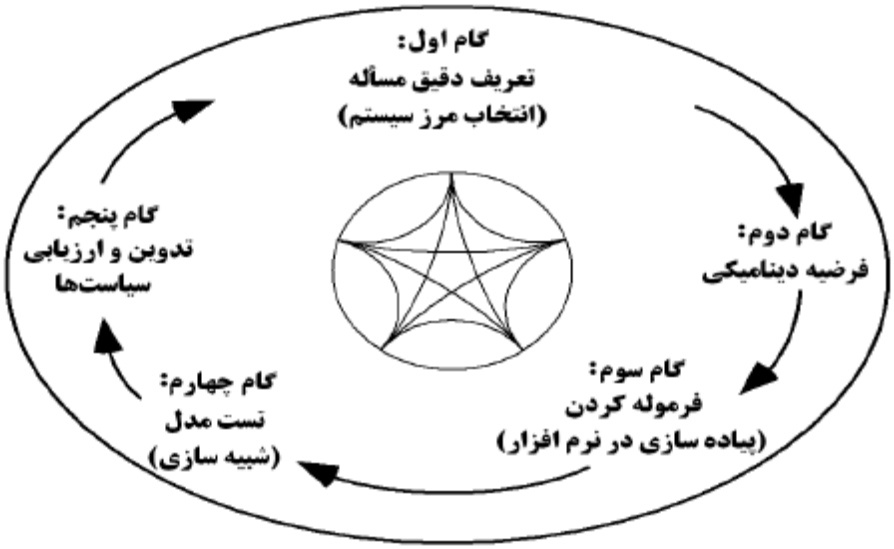
3- روش شناسی تحقیق

روش این تحقیق، توصیفی بوده و به طور خاص مدلسازی تبینی است. این نوع تحقیق درصدد یافتن روابط علت و معلولی میان متغیرهای مختلف است(23). روش گرداوری اطلاعات نیز بصورت کتابخانه ایی و میدانی می باشد بدین صورتکه مبانی نظری تحقیق از کتابها، نشریات و مقالات تخصصی فارسی و لاتین گردآوری شده و بخش میدانی آن با بررسی نظرات متخصصان و کارشناسان شرکت مورد مطالعه صورت گرفته است.

پژوهش حاضر از منظر هدف، کاربردی- توسعه ایی است. در این تحقیق همانطور که ذکر شد از رویکرد پویایی های سیستمی جهت تحلیل و مدلسازی ضایعات در یک شرکت سیم و کابل بهره گرفته شده است.

رویکرد پویایی های سیستمی را می توان به عنوان روشی که تحلیل، برقراری ارتباط و یادگیری در مورد دنیای واقعی را تسهیل می کند، قلمداد نمود. بر خلاف رویکرد های سنتی که بر روابط علّی و معلولی خطی تاکید دارند، این رویکرد بر بازخورد بین متغیرهای یک مسئله با نگاهی سیستمی متمرکز است. این تمرکز موجب می شود تا نگرشی جامع از دنیای واقعی ایجاد گردد و پویایی های پیچیده درون سیستم نمایان گردند(24 و 25).

استرمن(2000) روش پویایی های سیستم را در قالب پنج گام تکرار شونده طبق شکل زیر نشان داده است(4) که در ادامه تشریح می گردد.



شکل شماره 1: گام های رویکرد مدلسازی پویایی های سیستمی(استرمن، 2000)

گام اول: ساختاردهی به مسئله(تعریف مسأله با تعیین مرز مدل): مهمترین گام در فرآیند مدل سازی تعریف مسأله است چراکه این رویکرد مسئله محور می باشد. در واقع، در این گام باید به طور شفاف، مسأله مشخص گردد.

گام دوم: توسعهٔ فرضیه پویا: پس از مشخص شدن مسأله، محقق باید اقدام به توسعهٔ یک

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه که همان حدس اولیه مدلساز است نماید که به آن فرضیهٔ پویا می گویند. این فرضیه از آن جهت پویا نامیده می شود که باید توصیفی از ماهیت پویای مسأله در قالب حلقه های بازخوردی و بصورت درونزا ارائه نماید.

گام سوم: مدلسازی و فرمول کردن: فرمول بندی یک مدل مفهومی، بینش های زیادی را برای محقق، حتی پیش از اجرای شبیه سازی به وجود می آورد. این گام به محقق کمک می کند تا مفهوم های مبهم را تشخیص دهد و درک مناسبی از کل سیستم به دست آورد. این گام با ترسیم مدل های علت و معلولی و نمودار جریان صورت می گیرد.

گام چهارم: اعتبارسنجی مدل و شبیه سازی: در این گام، آزمون های متعددی با هدف ایجاد اطمینان از اعتبار و قابلیت اعتماد مدل صورت می پذیرد. این آزمون ها در سه دسته آزمون تست ساختاری، تست رفتاری و مضامین سیاستی قرار دارد. بعد از معتبر بودن مدل بایستی مدل در حالت پایه شبیه سازی شود.

گام پنجم: تجزیه و تحلیل نتایج (سناریو سازی و ارزیابی سیاستها): محقق پس از اطمینان از ساختار و رفتار مدل، سیاست ها و یا به عبارتی سناریوهایی را برای بهبود عملکرد مدل طراحی و نتایج به دست آمده از اجرای این سیاستها را تجزیه و تحلیل می نماید. این سیاست ها از درون مدل و فرایند مدلسازی با شناسایی نقاط اهرمی بدست می آیند(3 و 4 و 24).

4- تجزیه و تحلیل داده ها

در این قسمت ضمن معرفی شرکت مورد بررسی تمامی گام های مدلسازی تشریح می گردد. شرکت مورد نظر دارای سابقه 36 سال فعالیت در حوزه تولید سیم و کابل می باشد. این شرکت ابتدا بصورت کارگاهی و تنها در زمینه سیم شروع به فعالیت کرده و هم اکنون با گسترش سالن ها و خطوط تولید و تنوع بخشی به محصولات در زمینه انواع سیم و کابل با مصارف عمومی، کابل های کنترل و ابزار دقیق و تلفنی، کابل های صنعتی فشار ضعیف با عایق PVC، PE، XLPE، EPR و در انواع مسلح و شیلد دار، کابل با کاربردهای خاص مانند کابل سنسور و کابل های ضدآتش دارای قابلیت ارائه سرویس در شرایط آتش سوزی، انواع کابلهای کم دود، انواع کابل های فشار متوسط، کابل های ضد آب با استفاده از نوارهای کوپلیمر، انواع کابل های با غلاف سرب، کابل های خودنگهدار فشار ضعیف و فشار متوسط فعالیت دارد.

با توجه به استراتژی بلند مدت شرکت مبنی بر همگام بودن با رشد تکنولوژی تهیه تمام ماشین آلات و دستگاهها از بهترین و معتبرترین شرکت های سازنده صورت گرفته است. همچنین در راستای بالا بردن سطح کیفی محصولات و همچنین رضایت مندی مشتریان، شرکت گواهینامه های مختلف استاندارد و ISO های مرتبط را دریافت نموده است. از طرف دیگر این شرکت دارای تجهیزات پیشرفته آزمایشگاهی برای انجام آزمونهای نوعی(TYPE)،

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه ای (SAMPLE) و جاری (ROUTINE) بر روی تمامی محصولات براساس استانداردهای رایج صنعت از جمله ISIRI، IEC، BSI وVDE می باشد.

با این حال از آنجا که یکی از مهمترین موضوعات در این صنعت کاهش هزینه های تولید می باشد و ضایعات یکی از عوامل مهم افزایش هزینه ها است و با توجه به نقش آن در کاهش هزینه ها بررسی این موضوع می تواند به تولید بهتر محصول، کاهش هزینه های تولید و در نهایت رشد و تعالی سازمان منجر شود و از طرفی در این شرکت تولید ضایعات دارای حجم بالایی می باشد. لذا مدیریت تصمیم گرفت با استفاده از مشاور و با انجام این پروژه دلیل تولید ضایعات را شناسایی و راه حل هایی جهت کاهش آن اتخاذ نماید.

در ادامه این قسمت تمامی گام های مدلسازی پویایی های سیستمی را انجام داده تا به نتایج حاصل از مدلسازی برسیم.

4-1- تعریف مسئله

رویکرد پویایی های سیستمی هر چند به پدیده ها بصورت سیستمی و درونزا نگاه می کند ولی مسئله درون یک سیستم را مدل می کند نه کل سیستم. بعبارت دیگر رویکرد پویایی های سیستمی مسئله محور است(25). از آنجا که مسائل مورد بررسی در این رویکرد مسائل پیچیده پویا هستند از ابزار نمودارهای رفتار در طول زمان(مد مرجع) برای نمایش مسائل استفاده می شود. این نمودار رفتار متغیرهای نشان دهنده مسئله را در طول بازه زمانی مورد بررسی نمایش می دهد(3، 4، 25).

در مسئله مورد پژوهش متغیر نشان دهنده مسئله میزان ضایعات تولید شده در جریان تولید می باشد و از آنجا که میزان تولید و همچنین درصد ضایعات در محصول پی وی سی (PVC) نسبت به سایر محصولات بیشتر می باشد آن را مبنا قرار دادیم. در هر شیفت 544068 متر محصول از انواع مختلف تولید می شود که طبق جدول زیر محصول پی وی سی 61 درصد سهم از محصولات تولیدی را دارا بوده و 0.31 درصد ضایعات دارد.

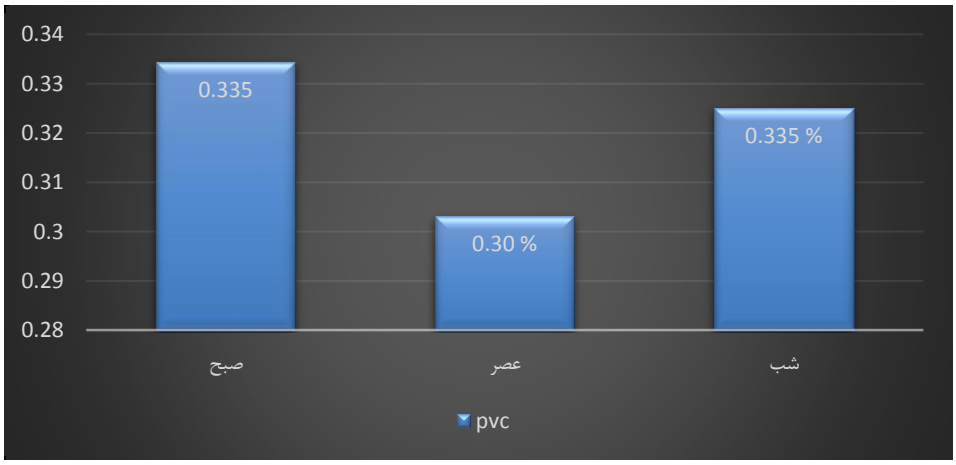
جدول شماره 1: آمار تولید و میزان ضایعات محصول پی وی سی در یک شیفت نمونه

آمارکلی تولید پی وی سی	آمار کلی ضایعات پی وی سی	درصد کل ضایعات پی وی سی
332027	1031	٪ 0.31

از آنجا که شرکت دارای سه شیفت کاری می باشد میزان ضایعات در سه شیفت بصورت نمونه به شکل زیر است. همان طور که قابل مشاهده است تولید ضایعات در شیفت صبح بیشتر از سایر شیفت ها می باشد.

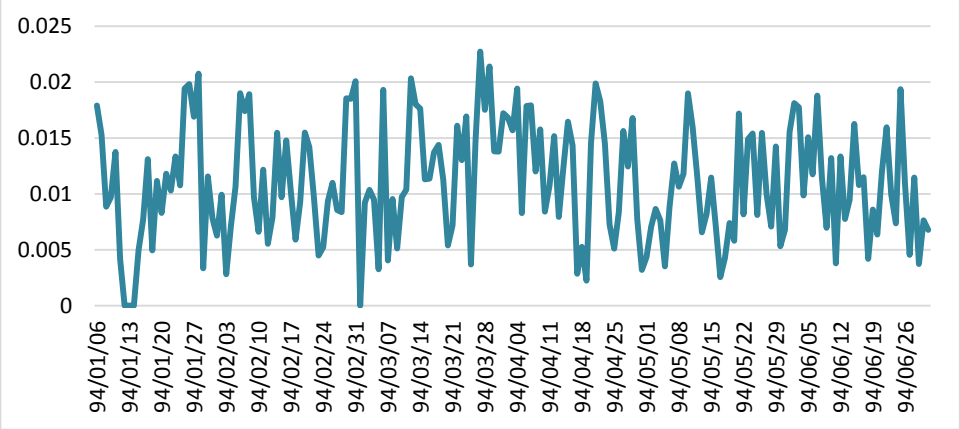
www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره 1: درصد ضایعات پی وی سی در شیفت های مختلف

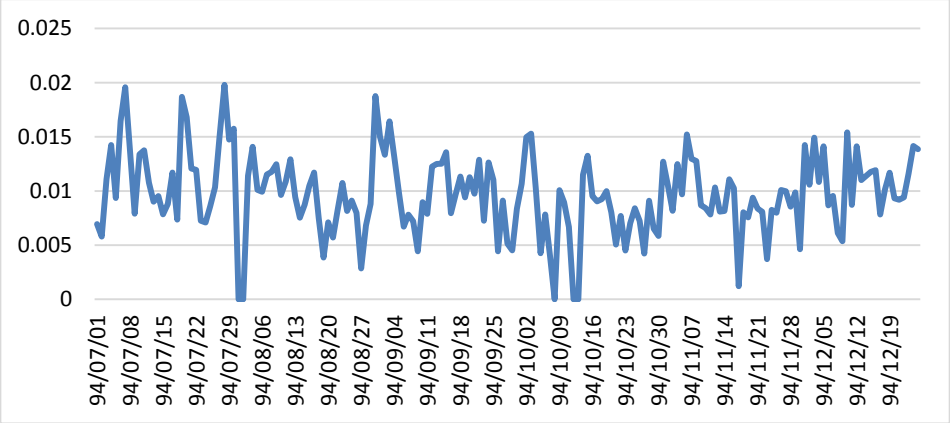
در ادامه به بررسی روند ضایعات پرداخته تا مشخص شود که آیا این روند از الگوی خاصی تبعیت می کند یا روند ثابت و منظمی دارد یا اینکه این روند نامنظم می باشد. بدین منظور درصد ضایعات در دو دوره 6 ماهه بصورت هفتگی(5 روز کاری) محاسبه گردید که در نمودارهای شماره 2 و 3 نمایش داده شده است. همچنین نمودار رفتار درصد ضایعات بصورت ماهانه در طول سال در شکل 4 نمایش داده شده است. همانطور که مشخص است الگوی رفتاری ضایعات بصورت نوسانی می باشد.



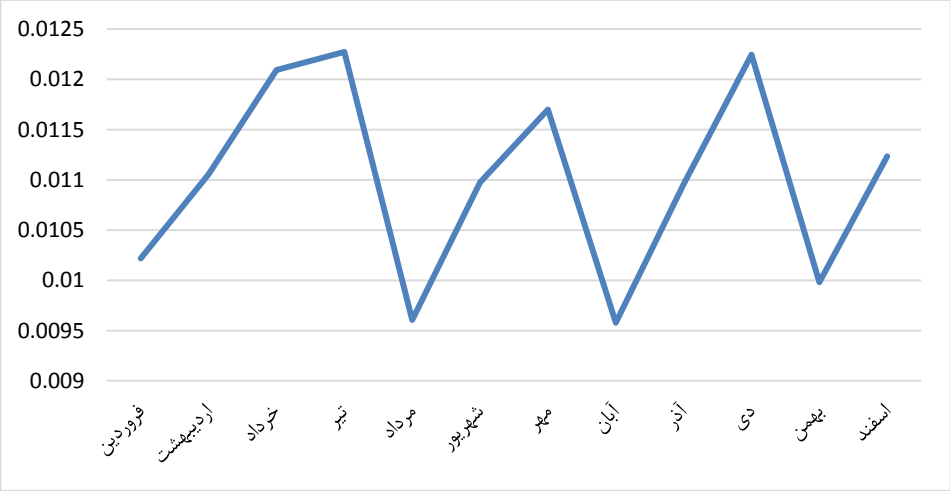
شکل شماره 2: نمودار میزان ضایعات هفتگی برای شش ماهه نخست سال 94

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره 3: نمودار میزان ضایعات هفتگی برای شش ماهه نخست سال 94



شکل شماره 4: نمودار میزان ضایعات ماهانه برای سال 94

لذا با توجه به نمودارهای فوق در این مقاله بدنبال ایجاد مدلی برای تحلیل تولید ضایعات در شرکت سیم و کابل می باشیم.

4-2- تدوین فرضیه دینامیکی

با توجه به ادبیات موضوع و همچنین مصاحبه با کارشناسان شرکت(در حوزه خرید، تولید، فروش و کیفیت) منشا ایجاد ضایعات به کیفیت مواد اولیه، تغییر شیفت و تغییر محصول در تولید، خطای انسانی و تجهیزات بر می گردد که قسمتی از این ضایعات در حین تولید و درون شرکت شناسایی می گردد که با دوباره کاری یا اصلاح می گردد و یا اینکه بخشی از آن تبدیل به ضایعات نهایی می شود. از طرف دیگر بعضی از ضایعات(محصول نهایی مرجوعی) بعد از فروش و توسط خریدار تشخیص داده شده و برگشت داده می شود. این ضایعات سبب می شود هزینه های تولید افزایش و بهای تمام شده و به تبع آن قیمت افزایش یابد و همچنین رضایت مشتری را کاهش می دهد. لذا شرکت بدنبال سیاست گذاری برای کاهش ضایعات از طریق

www.SID.ir

Archive of SID

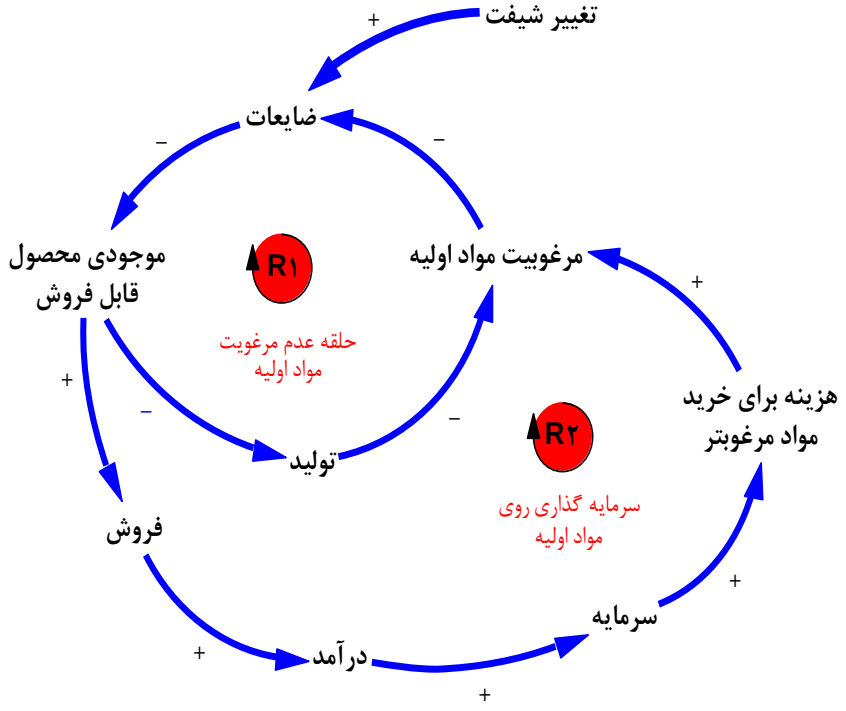
کاهش منشا ایجاد ضایعات می باشد.

4-3- تدوین مدل

در قسمت تدوین مدل ابتدا نمودار علت و معلولی مسئله ترسیم و حلقه به حلقه تشریح می گردد و سپس نمودار جریان و متغیرهای حالت و نرخ و همچنین فرمول های مرتبط تبیین می گردد.

4-4- مدل علت و معلولی

شکل زیر نمودار حلقه های تقویتی R1,2 که بیانگر ایجاد ضایعات از طریق کیفیت مواد اولیه، تغییر شیفت و تغییر محصول در تولید می باشد را نشان می دهد. طبق نمودار هرچه مواد اولیه از مرغوبیت کمتری برخوردار باشد ضایعات بیشتری تولید می کند به اضافه اینکه تغییر شیفت و تغییر محصول در خط تولید نیز سبب کاهش کیفیت تولید(تغییر کیفیت مواد اولیه در حین تولید) و ایجاد ضایعات می گردد. با افزایش ضایعات نیاز به تولید بیشتر جهت تامین محصول نهایی قابل فروش جهت تامین تقاضا می باشد که این نیز سبب تغییرات در خط تولید و استفاده و خرید مواد اولیه با قیمت کمتر و کیفیت پایین تر برای جبران کمبود تولید می شود(حلقه R1). از طرف دیگر در بلند مدت شرکت می تواند با کسب درامد و ذخیره سرمایه بر روی خرید مواد اولیه مرغوب تر و استفاده از تامین کنندگان با کیفیت تر اقدام نماید که با کاهش فروش بدلیل افزایش ضایعات این سیاست نیز با مشکل روبرو می گردد(حلقه R2).

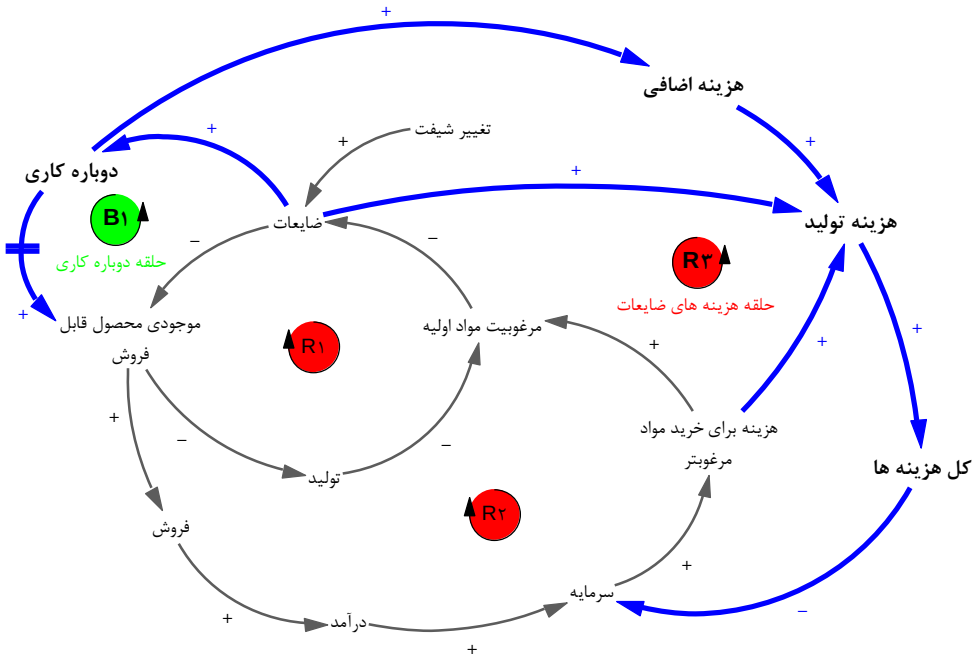


شکل شماره 5: نمودار اثر مواد اولیه بر ایجاد ضایعات

www.SID.ir

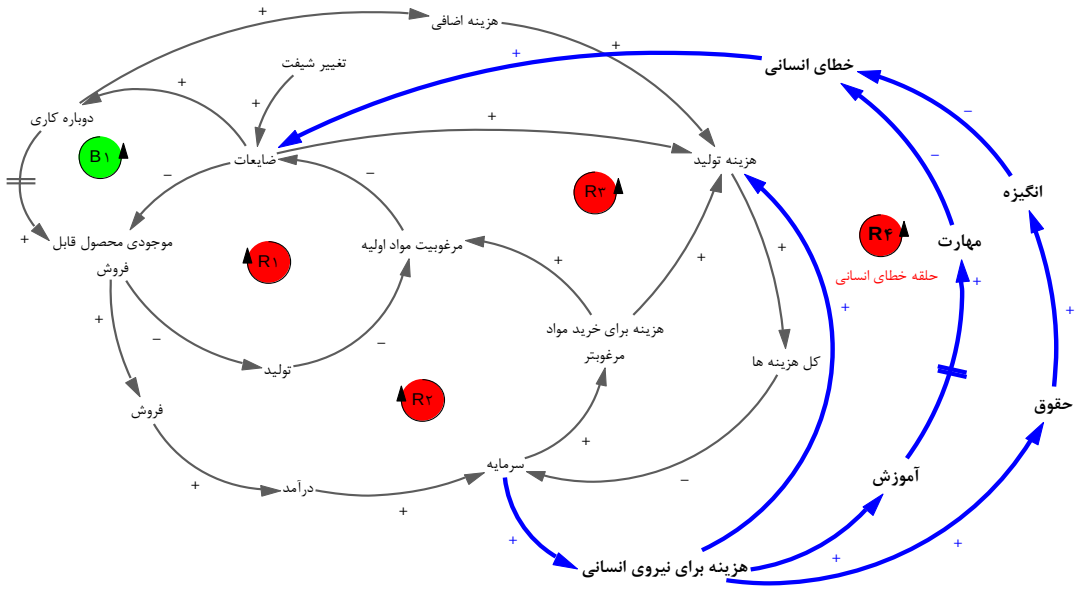
Archive of SID

قسمتی از ضایعات ایجاد شده در خط تولید از طریق دوباره کاری قابل تبدیل به محصول نهایی می باشند که این سبب ایجاد هزینه اضافی و افزایش هزینه تولید می گردد(حلقه R3) ولی کمبود موجودی محصول نهایی را کاهش می دهد(حلقه B1).



شکل شماره 6: نمودار دوباره کاری و هزینه های آن

منشا بعدی ایجاد ضایعات خطای انسانی ناشی از عدم مهارت کافی و یا بی دقتی ناشی از عدم انگیزه کافی نیروی انسانی می باشد که می تواند از طریق آموزش و افزایش حقوق با سرمایه گذاری بر نیروی انسانی کاهش یابد(حلقه R4).

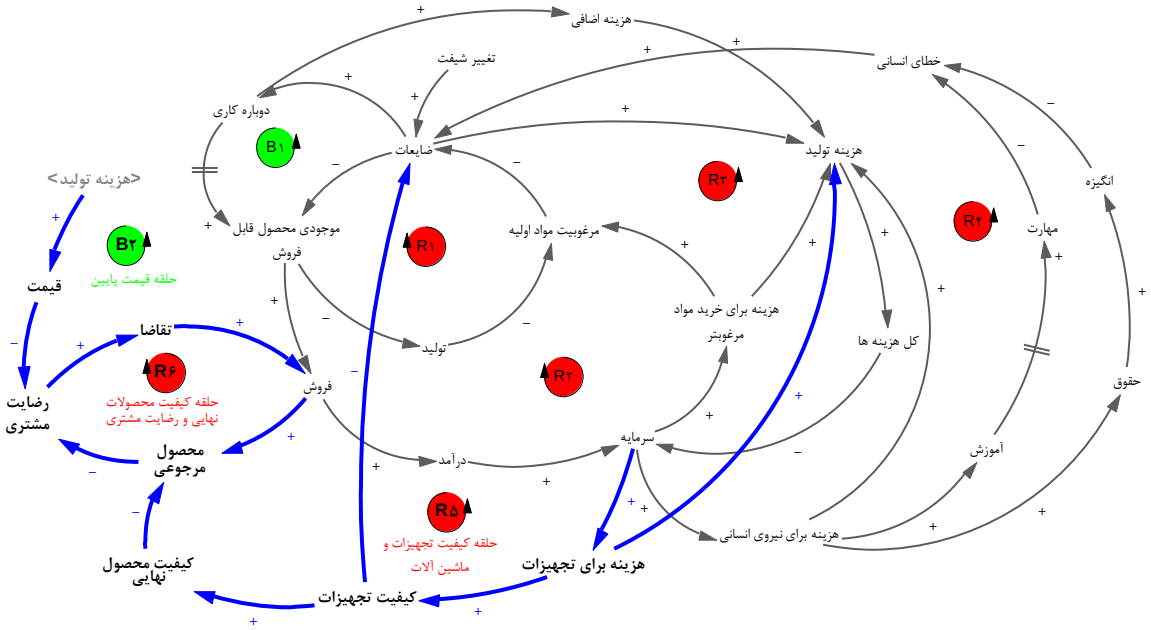


شکل شماره 7: نمودار اثر خطای انسانی بر ضایعات

www.SID.ir

Archive of SID

دلیل آخر ایجاد ضایعات عدک کیفیت مناسب تجهیزات و ماشین آلات در خط تولید می باشد که هم سبب ایجاد ضایعات و هم افزایش هزینه تولید و هم کاهش کیفیت محصول نهایی می شود(حلقه R5). کیفیت پایین محصولات نهایی سبب افزایش محصول مرجوعی شده که این نیز سبب نارضایتی مشتریان شرکت را فراهم می کند(حلقه R6). طبق ادبیات و نظر کارشناسان رضایت مشتری از محصول ناشی از ارزش درک شده از محصول می باشد. این ارزش از تقسیم کیفیت بر قیمت محصول قابل محاسبه است بنابراین افزایش هزینه های تولید ناشی از ایجاد ضایعات، دوباره کاری، هزینه تجهیزات و نیروی انسانی سبب افزایش قیمت و کاهش رضایت مشتریان می گردد(حلقه B2).



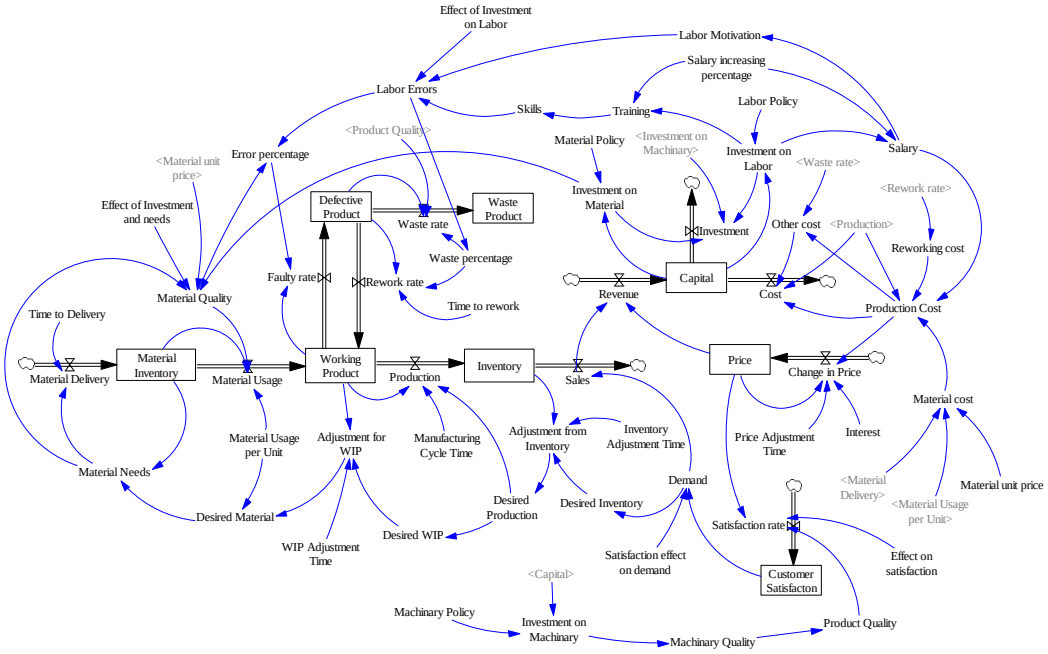
شکل شماره 8: نمودار تجهیزات و کیفیت محصول نهایی

4-5- مدل جریان

بعد از ترسیم و تشریح نمودار علت و معلولی به رسم نمودار جریان و تشریح معادلات آن می پردازیم. مدل جریان محوری‌ترین بخش یک شبیه سازی است که از طریق برآورد پارامتر ها و معادلات ریاضی و نرم افزار شبیه سازی اجرا می شود و مبنای تحلیل قرار می گیرد. این مدل از متغیرهای حالت، جریان و کمکی تشکیل می شود(27). شکل شماره 9 نمودار جریان حاصل از مدلسازی را نشان می دهد. این نمودار از 8 متغیر حالت تشکیل شده است که دربرگیرنده قسمت لجستیک(خرید مواد اولیه)، تولید(مواد در حال ساخت و ضایعات ایجاد شده)، قیمت محصول و سرمایه شرکت، و رضایت مشتری می باشد. در جدول شماره 2 متغیرهای حالت و معادلات آن نمایش داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره 9: نمودار جریان

همانطور که از جدول 2 مشخص است متغیر ضایعات ناشی از ضایعات درون شرکت(بدلیل خطای انسانی و عدم مرغوبیت مواد) و ضایعات بیرونی(محصول مرجوعی) می باشد.

جدول شماره 2: متغیرهای حالت به همراه معادلات ان

ردیف	نام متغیر حالت	معادلات
1	موجودی مواد اولیه (Material Inventory)	Material Inventory= INTEG (Material Delivery-Material Usage, 50) Units: kg
2	محصول در حال تولید (Working Product)	Working Product= INTEG (Material Usage+Rework rate-Faulty rate-Production, 10) Units: meter
3	مجودی محصول نهایی (Inventory)	Inventory= INTEG (Production-Sales, 10) Units: kg
4	محصول معیوب در داخل کارخانه (Defective Product)	Defective Product= INTEG (Faulty rate-Rework rate-Waste rate, 0) Units: kg
5	ضایعات نهایی (Waste Product)	Waste Product= INTEG (Waste rate, 0) Units: kg
6	حجم سرمایه شرکت (Capital)	Capital= INTEG (Revenue-Cost-Investment, 100) Units: toman
7	قیمت محصول (Price)	Price= INTEG (Change in Price, 100) Units: toman
8	رضایت مشتری (Customer Satisfaction)	Customer Satisfaction= INTEG (Satisfaction rate, 0.2) Units: Dmnl

www.SID.ir

Archive of SID

4-6- تست مدل

تست مدل بدنبال اعتماد به مدل و نتایج آن و رسیدن به درک عمیق تر می باشد(26). اعتبارسنجی مدل به سه قسمت اعتبارسنجی رفتاری، ساختاری و مضامین سیاستی تقسیم می شود. اعتبار ساختاری مدل بر اعتبار رفتاری آن اولویت دارد و تنها زمانی که ساختار مدل دارای اعتبار است، می توان اعتبار رفتار مدل را مورد بررسی قرار داد(28).

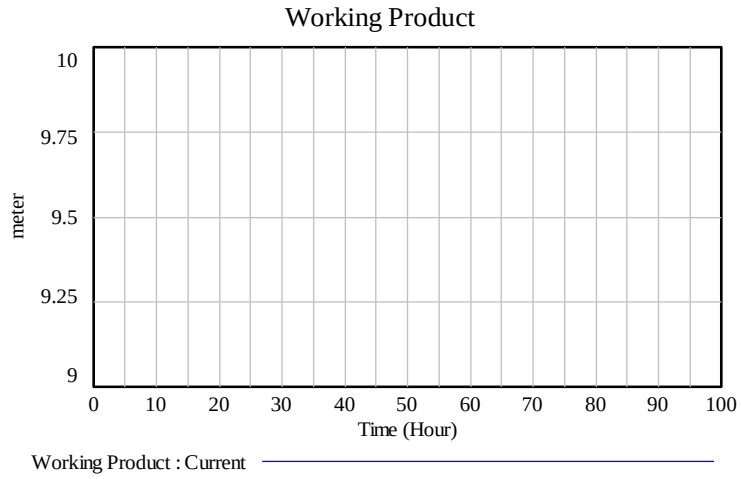
ما در اینجا با استفاده از تست های سازگاری ابعادی[12](تست ساختاری)، شرایط حدی[13] و تست بازتولید رفتار[14](تست رفتاری) به اعتبارسنجی مدل پرداخته ایم.

تست سازگاری ابعادی

در این تست با استفاده از گزینه Unit Check موجود در نرم افزار شبیه سازی ونسیم به تست واحدها پرداخته شد که همه ی واحدهای دو طرف معادلات ریاضی مدل یکسان و صحیح بودند. همچنین با استفاده از گزینه Check Model از لحاظ ساختاری مدل توسط نرم افزار تایید گردید.

تست شرایط حدی

در این تست با استفاده از مقادیر حدی بعضی از متغیرها به تعیین اینکه آیا معادلات و مدل بصورت منطقی و مطابق با قوانین فیزیکی رفتار می کنند پرداخته می شود. به عنوان مثال در این تست متغیر مقدار مواد مورد نیاز در هر واحد محصول را در دو حالت کمینه و بیشینه ممکن(0 و بی نهایت) قرار دادیم که طبق منطق بایستی در حالت کمینه تمام متغیرها مانند محصول در حال تولید یا موجودی صفر گردند که در شکل 10 رفتار متغیر محصول در حالت تولید نمایش داده شده است.



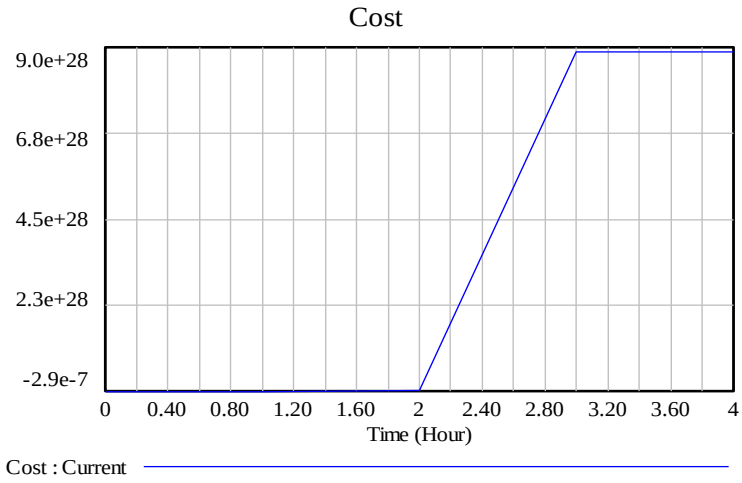
شکل شماره 10: تست شرایط حدی در حالت حدی کمینه متغیر مقدار مواد مورد نیاز در هر واحد محصول

[12] Dimensional Consistency
[13] Extreme Conditions
[14] Reproduction behavior test

www.SID.ir

Archive of SID

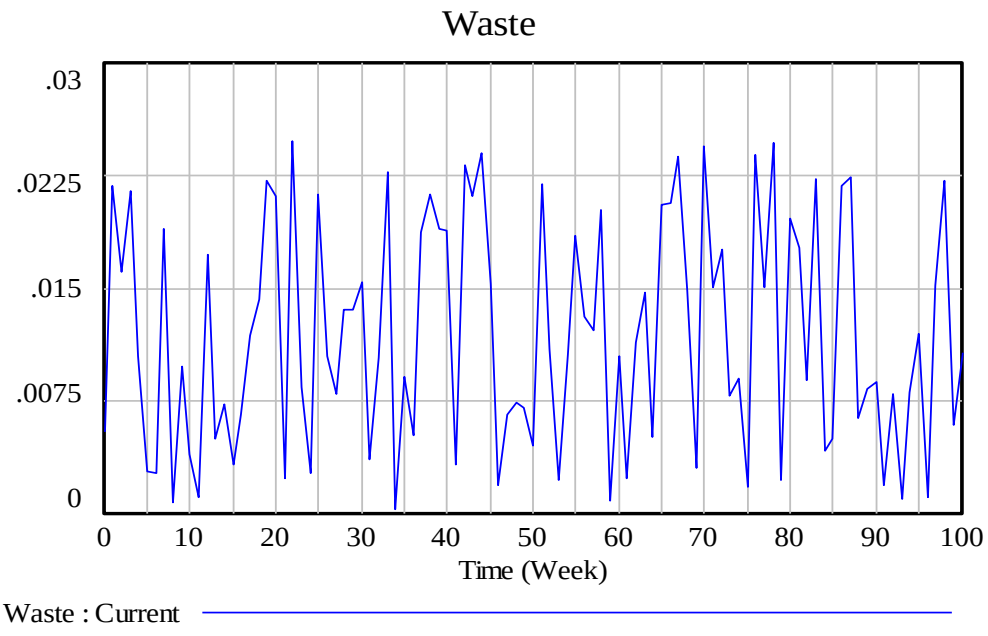
در حالت بیشنیه نیز هزینه ها بشدت افزایش و تولید متوقف می شود که در شکل 11 رفتار متغیر هزینه قابل مشاهده است.



شکل شماره 11: تست شرایط حدی در حالت حدی بیشینه متغیر مقدار مواد مورد نیاز در هر واحد محصول

تست بازتولید رفتار

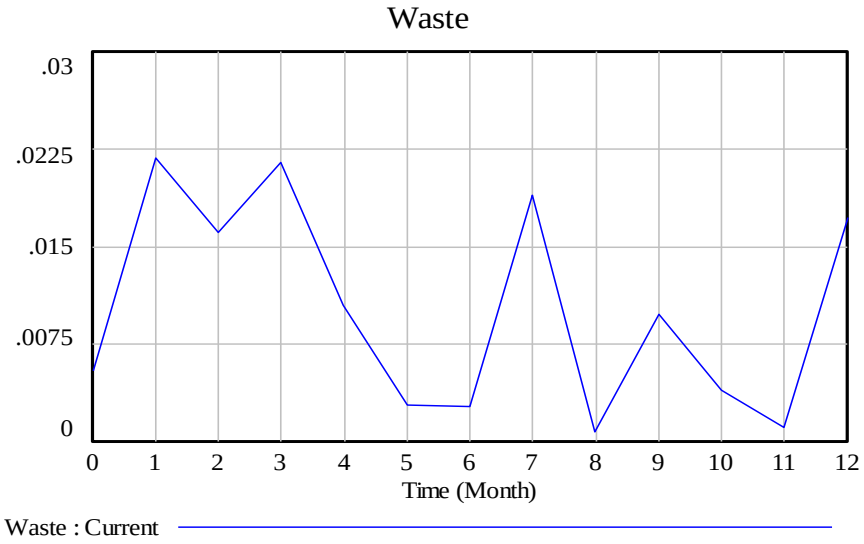
در این تست مدل بایستی رفتار متغیر اصلی مسئله را مانند رفتار واقعی سیستم بازتولید کند. بعبارت دیگر مدل بایستی نمودار رفتار متغیر در طول زمان(مد مرجع) را بتواند نمایش دهد. همانطور که از دو شکل 12 و 13 مشخص است در حالت پایه مدل نمودارهای شکل 3 و 4 را به درستی بازتولید می کند.



شکل شماره 12: تست بازتولید رفتار ضایعات بصورت هفتگی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره 13: تست بازتولید رفتار ضایعات بصورت ماهانه

4-7- شبیه سازی و بررسی سناریوها بر روی مدل

در این قسمت به شبیه سازی مدل با توجه به سناریوها و نقاط اهرمی می پردازیم. با توجه به منشا ایجاد ضایعات(کیفیت مواد اولیه، خطای انسانی، تجهیزات و محصول نهایی مرجوعی) 6 سناریو به شرح زیر با توجه به نظر کارشناسان و مدیران شرکت وجود دارد:

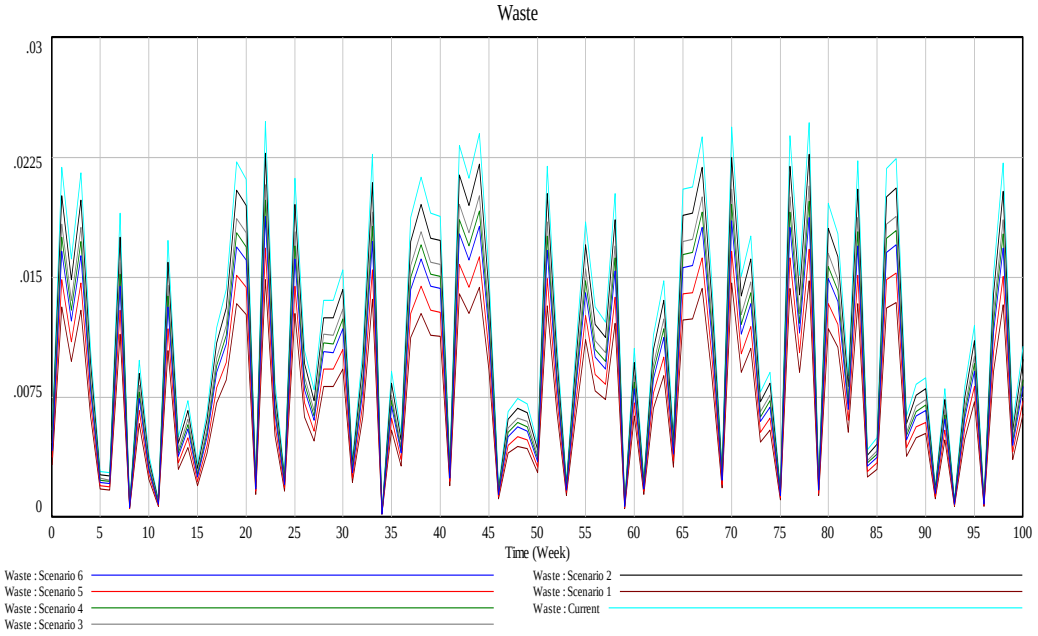
- سناریو 1: سیاست سرمایه گذاری بر مواد اولیه در خرید مواد اولیه با کیفیت بالاتر(10 درصد سرمایه کل)
- سناریو 2: سیاست سرمایه گذاری در نیروی انسانی(در آموزش و حقوق پرسنل) (10 درصد سرمایه کل)
- سناریو 3: سیاست سرمایه گذاری در بهبود تجهیزات و افزایش کیفیت محصول نهایی(10 درصد سرمایه کل)
- سناریو 4: سیاست ترکیبی سرمایه گذاری در مواد و نیروی انسانی(هر کدام 5 درصد سرمایه کل)
- سناریو 5: سیاست ترکیبی سرمایه گذاری در مواد و تجهیزات(هر کدام 5 درصد سرمایه کل)
- سناریو 6: سیاست ترکیبی سرمایه گذاری در نیروی انسانی و تجهیزات(هر کدام 5 درصد سرمایه کل)

در شکل های 14 و 15 رفتار متغیر درصد ضایعات و فروش براساس سناریوهای مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشخص است سناریو ارتقا کیفیت مواد اولیه نسبت به سایر سناریوها اثر بیشتری در کاهش ضایعات دارد هر چند بهبود تجهیزات و کاهش ضایعات

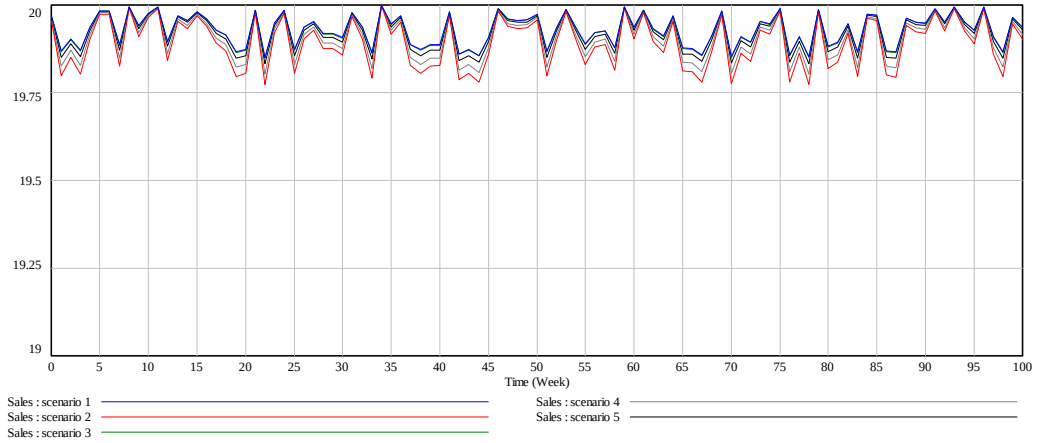
www.SID.ir

Archive of SID

بیرونی(محصول مرجوعی) بیشترین تاثیر در جلوگیری از کاهش تقاضا ناشی از نارضایتی مشتری(افزایش فروش) دارد.



شکل شماره 13: نتایج شبیه سازی درصد ضایعات بصورت هفتگی تحت سناریوهای مختلف



شکل شماره 13: نتایج شبیه سازی فروش تحت سناریوهای مختلف

5- نتیجه گیری و پیشنهادات

همانطور که ذکر شد تولید محصول با کیفیت بالا از جمله اهداف استراتژیک شرکت سیم و کابل مورد مطالعه مانند هر سازمان دیگری می باشد. این در حالی است که درصد زیاد ضایعات یکی از معظلات شرکت بوده که هم سبب افزایش هزینه های شرکت و هم سبب کاهش کیفیت و رضایت مشتریان شده است. در این مقاله به مطالعه پویایی های ایجاد ضایعات در ساختار

www.SID.ir

Archive of SID

تولیدی شرکت سیم و کابل پرداخته شد. برای این منظور ابتدا به بررسی عوامل و ساختار تولید ضایعات در شرکت با استفاده از رویکرد پویایی های سیستمی پرداخته شد. سپس از طریق شناسایی سیاست های ممکن و با شبیه سازی آنها در مدل حاصل، راه حل های مناسب جهت کنترل میزان ضایعات تعیین شد. طبق نتایج مدل در شرکت سیم و کابل با استفاده از سرمایه گذاری در خرید مواد اولیه با کیفیت بالا می توانند از میزان ضایعات کم کنند. همچنین برای افزایش رضایت مشتری و بعبارت دیگر جلوگیری از کاهش فروش بهتر است با سرمایه گذاری بر روی تجهیزات از میزان محصولات مرجوعی بکاهند.

6- مراجع

[1] قادری، سیدفرید، تقی زاده، محمدرضا،(۱۳۸۴)، تحلیل هزینه های کیفیت در تولید انرژی الکتریکی به کمک سیستم دینامیک، پنجمین همایش ملی انرژی، تهران، کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران، معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، http://www.civilica.com/Paper-NEC05-NEC05_078.html

[2] Trehan, Rajeev, Rajiv K. Garg, Anish Sachdeva, (2014), COST OF QUALITY- A SYSTEM DYNAMICS APPROACH, Research Cell: An International Journal of Engineering Sciences, Issue December 2014, Vol. 3.

[3] منطقی، منوچهر، حاجی‌غلام سریزدی، علی، زارع مهرجردی. یحیی، (1392)، سیستم داینامیک، پاییز، البرز، الماس انتشارات 1392(https://www.researchgate.net/publication/272822890_System_Dynamics).

[4] Sterman, J.D.(2000); " Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world", McGraw-Hill, Boston.

[5] Andreas Listl, Ingo Notzon, (2000), An Operational Application of System Dynamics in the Automotive Industry: Inventory Management at BMW, The 18th International Conference of The System Dynamics Society, Sustainability in the Third Millennium, August 6 - 10, 2000, Bergen, Norway.

[6] Shoji H idaka, (1999), System Dynamics: a New Tool for TQM, The 17th International Conference of The System Dynamics Society and the 5th Australian & New Zealand Systems Conference, July 20 - 23, 1999 --- Wellington, New Zealand.

[7] آذر، عادل و همکاران، (1392)، تحلیل چالش کیفیت آموزش عالی در برنامه پنجم توسعه، راهبرد فرهنگ، شماره 21، بهار 1392.

[8] Mochammad Chaerul, Masaru Tanaka, Ashok V. Shekdar, (2008), A system dynamics approach for hospital waste management, Waste Management, Volume 28, Issue 2, 2008, Pages 442–449.

[9] Nesli Ciplak and John R Barton, (2012), A system dynamics approach for healthcare waste management: a case study in Istanbul Metropolitan City, Turkey, Waste Management & Research, 30(6), 576-586.

[10] Nesli Ciplak, (2013), A System Dynamics Approach for the Determination of Adverse Health Impacts of Healthcare Waste Incinerators and Landfill Sites on Employees, Environmental Management and Sustainable Development, ISSN 2164-7682, 2013, Vol. 2, No. 2.

[11] Kafeel Ahmad, (2012), A SYSTEM DYNAMICS MODELING OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN DELHI, IJRET: International Journal of

www.SID.ir

Archive of SID

Research in Engineering and Technology, Volume: 01 Issue: 04, Dec-2012.

[12] یحیی زارع مهرجردی، محدثه فرامرزی نژاد، آفرین اخوان، (1394)، تأثیر توسعه شهری برمدیریت ضایعات جامد شهری با رویکرد پویایی سیستم، دومین کنفرانس ملی توسعه علوم مهندسی.

[13] RAJESH R. PAI, LEWLYN L. R. RODRIGUES, ASISH OOMMEN MATHEW, SUNITH HEBBAR, (2014), Impact of Urbanization on Municipal Solid Waste Management: A System Dynamics Approach, International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering ISSN 2348-0157, Vol. 02, No. 01, January 2014.

[14] AKINYEMI Olasunkanmi Oriola, (2014), System dynamics modelling of waste management system, Conference Proceedings, The 2014 Asia-Pacific System Dynamics Conference.

[15] L. Yong,(2010), A System Dynamics Approach for Corporate Waste Recycling Capacity and Income, *2010 International Conference on E-Business and E-Government*, Guangzhou, 2010, pp. 3615-3618. doi: 10.1109/ICEE.2010.908

[16] Mohammad Shamsuddoha, Mohammed Quaddus, Desmond Klass, (2013), SYSTEM DYNAMICS APPROACH FOR POULTRY OPERATION TO ACHIEVE ADDITIONAL BENEFITS, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference.

[17] Kiani, B., Shirouyehzad, H., Bafti,F. and Fouladgar,H. (2009) "System dynamics approach to analysing the cost factors effects on cost of quality", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 26 No. 7 pp. 685 – 698.

[18] Burgess, T.F. (1996), "Modelling quality-cost dynamics", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 13 No. 3, pp. 8-26.

[19] Sudhir, V. G. Srinivasan, and V. R. Muraleedharan. 1997. "Planning for Sustainable Solid Waste Management in Urban India." System Dynamics Review 13 (3):223-246.

[20] Karavezyris, V., K. P. Timpe, and R. Marzi. 2002. "Application of System Dynamics and Fuzzy Logic to Forecasting of Municipal Solid Waste." Mathematics and Computers in simulation 60 (3):149-158.

[21] Dyson, B., and N. Chang. 2005. "Forecasting Municipal Solid Waste Generation in a Fast-Growing Urban Region With System Dynamics Modeling." Waste Management 25 (7):669-679.

[22] Ulli-Beer, S. 2003. Dynamic Interactions Between Citizen Choice and Preferences and Public Policy Initiatives. A System Dynamics Model of Recycling Dynamics in a Typical Swiss Locality. Paper Read at International Conference of The System Dynamics Society.

[23] سعید صفری، مصطفی قاضی زاده، مهدی علاالدنی، جواد ملا علی پور، (1394)، طراحی و تبیین مدل حراج مجازی گل ایران با رویکرد پویایی سیستمها، مطالعه موردی: بازار گل رز هلندی در شهر تهران، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره 77 ، زمستان 1394، 59-85.

[24] محمد هاشم موسوی حقیقی، مهدی تاجیک، (1393)، شبیه سازی فرآیند اشاعه محصولات نوین با رویکرد پویایی های سیستم، نشریه علمی – پژوهشی مدیریت نوآوری، سال سوم، شماره 3، پاییز 1393، صفحه 77- 99.

[25] حاجی غلام سریزدی، علی، میرافضلی سریزدی، رقیه،(1395)، تحلیل تاثیر طرح هدفمندی یارانه ها بر صنعت نساجی استان یزد با استفاده از رویکرد سیستم داینامیک، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی، اردیبهشت1395، تهران، سالن همایش های رازی،)

www.SID.ir

Archive of SID

https://www.researchgate.net/publication/304036971_thlyl_tathyr_trh_hdfmndy_yaranh_ha_br_chalsh_hay_snt_nsajy_astan_yzd_ba_astfadh_az_rwykrd_systm_daynamyk?ev=prf_pub.

[26] Erma Suryani, Shuo-Yan Chou , Chih-Hsien Chen,(2010), Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework, Expert Systems with Applications 37 (2010) 2324–2339.

[27] حاجی غلام سریزدی، علی، محمودی مهریزی، مریم السادات، زندی دره‌غریبی، دانش، (1395)، تحلیل دینامیکی رشد علمی کشور و توسعه صنعت نفت، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی، اردیبهشت 1395، تهران، سالن همایش های رازی، (https://www.researchgate.net/publication/304037244_thlyl_dynamyky_rshd_lmy_kshwr_w_twsh_snt_nft).

[28] مولایی، الهه، حاجی غلام سریزدی، علی، (1395)، " تحلیل دینامیکی تاثیر عوامل مهندسی مجدد فرایند کسب و کار بر چابکی سازمان(مورد مطالعه: سازمان بنادر و دریانوردی)"، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی، اردیبهشت 1395، تهران، سالن همایش های رازی، (https://www.researchgate.net/publication/304037200_thlyl_dynamyky_tathyr_waml_mhndsy_mjdd_fraynd_ksb_w_kar_br_chabky_sazman_mwrd_mtalh_sazman_bnadr_w_dryanwrdy?ev=prf_pub).

Controlling the amount of waste in Wire and Cable company through

www.SID.ir

Archive of SID

system dynamics approach

Abstract

Producing high quality products and free of defects are strategic objectives that can help to achieve market share for any organizations. However, the reduction and elimination of waste plays an important role in achieving this goal. also one of the most important issues in any industry is the cost of production reduction that waste is one of the most important factors in this regard. This paper studies the dynamics of waste production in the wire and cable manufacturing company that deals with a high volume waste. For this purpose, we investigate the elements and structure of the waste produced in Wire and Cable company through system dynamics approach. Then with simulation of model, provide appropriate solutions to control the amount of waste.

Keywords: Waste Management, System Dynamics Approach, Vensim Software.

www.SID.ir