

# تأثیر انتخاب تأمین‌کننده بر میزان سوددهی و رضایت‌مندی مشتریان در یک واحد تولیدی با استفاده از رویکرد سیستم‌های دینامیکی

یحیی زارع مهرجردی\* (دانشیار)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه بزد

محمدحسین آیت‌اللهی نصرآبادی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

حسین زارعیان جهرمی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه علم و هنر

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، تابستان ۱۳۹۴  
دوره‌ی ۱ - ۳۱، شماره‌ی ۱، ص. ۱۱۳-۱۲۸

اساسی‌ترین فعالیت در میان فعالیت‌های متعدد یک زنجیره‌ی تأمین، فرایند خرید و اساسی‌ترین تصمیم در مرحله‌ی مدیریت خرید، انتخاب تأمین‌کننده است. تأثیر فرایند انتخاب تأمین‌کننده‌ی شایسته بر عملکرد سازمان به‌عنوان یک وظیفه‌ی حیاتی امری است غیر قابل انکار که طی سالیان اخیر همواره مطرح بوده است. در این مقاله به‌منظور بررسی تأثیر انتخاب تأمین‌کننده بر میزان سوددهی و رضایت‌مندی مشتریان در یک واحد تولیدی از روش تجزیه و تحلیل دینامیکی استفاده شده است. معیارهای مورد توجه در ارزیابی تأمین‌کنندگان در این مدل مبتنی بر سه فاکتور هزینه، کیفیت و زمان تحویل تأمین‌کننده است که به‌عنوان ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند. مدل به‌گونه‌ی ارائه شده که بتواند تأثیر فاکتورهای ناشی از تأمین‌کننده را بر عوامل مختلف تولید در یک واحد تولیدی نشان دهد. نتایج شبیه‌سازی مدل در راستای انتخاب سیاست مناسب پس از اعتبارسنجی، به‌کمک نرم‌افزار Vensim مورد بررسی قرار گرفته است.

**واژگان کلیدی:** سیستم‌های دینامیکی، انتخاب تأمین‌کننده، میزان سوددهی، رضایت‌مندی مشتریان، شبیه‌سازی.

## ۱. مقدمه

فعالیت‌های مدیریت زنجیره‌ی تأمین، با هدف برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی ارتباط میان شرکت و تأمین‌کنندگان به‌منظور شراکت و همکاری بلندمدت و قابل اعتماد<sup>[۱]</sup> تعریف می‌شود. با توجه به نقش تعیین‌کننده‌ی تأمین‌کنندگان در کیفیت محصول نهایی و نهایتاً رضایت مشتری، سازمان‌ها عملکرد تأمین‌کنندگان خود را به‌صورت دوره‌ی ارزیابی می‌کنند.

در سال‌های اخیر روش‌های متعددی برای تعیین مناسب‌ترین تأمین‌کننده به‌عنوان یک عامل بسیار مهم در زنجیره‌ی تأمین مورد توجه قرار گرفته است. ماهیت این نوع تصمیم‌ها به‌عنوان یک مسئله‌ی تصمیم‌گیری چندمعیاره که معیارهای کیفی و کمی را در بر می‌گیرند، معمولاً پیچیده بوده و از ساختار مشخصی برخوردار نیستند.<sup>[۲]</sup> در بسیاری از مدل‌های انتخاب، معیارهای عملکرد کمی و کیفی از قبیل کیفیت، قیمت و زمان تحویل برای تعیین مناسب‌ترین تأمین‌کننده مورد توجه قرار گرفته است. برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده جهت همکاری، باید بین این معیارهای کمی و کیفی یک ارتباط متعادل برقرار شود. یادآور می‌شود که در سال‌های نخست پیدایش مدیریت زنجیره‌ی تأمین، «هزینه» به‌عنوان مهم‌ترین و به‌نوعی تنها عامل ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مورد بررسی قرار می‌گرفت و

موضوع «اهمیت تأمین قطعات و مواد لازم از تأمین‌کننده‌ی مناسب و قابل اعتماد برای کمک به موفقیت کل سازمان» بر مدیران سازمان‌ها پوشیده نیست. از این رو مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده به‌عنوان مهم‌ترین مرحله‌ی فرایند خرید مورد بررسی قرار می‌گیرد.<sup>[۱]</sup>

تأمین‌کنندگان به‌عنوان عرضه‌کنندگان کالا و مواد اولیه، یکی از عناصر کلیدی در مدیریت زنجیره‌ی تأمین هستند. در بیشتر صنایع، هزینه‌ی مواد خام و قطعات به‌عنوان هزینه‌ی اصلی یک محصول مطرح می‌شود. بنابراین بخش خرید می‌تواند نقشی اساسی در کارایی و موفقیت یک سازمان ایفا کند، چرا که این بخش مستقیماً بر کاهش هزینه، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت تأثیر دارد.<sup>[۲]</sup> منظور از تأمین مواد و قطعات این است که باید موادی که از سطح کیفیت مطلوبی برخوردارند، در کمیت مناسب و در زمان و مکان مناسب، از منبعی که قابل اطمینان بوده و تعهداتش را به موقع برآورده خواهد کرد، با خدمات قبل و بعد از فروش مناسب و با قیمت مناسب تهیه شود.<sup>[۳]</sup> مدیریت تأمین‌کنندگان به‌عنوان «یکی دیگر از

\* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۹۱/۱۲/۲۰، اصلاحیه ۱۳۹۲/۶/۲۷، پذیرش ۱۳۹۲/۱۰/۲۴.

yazm2000@yahoo.com  
mh.ayatollahi@yahoo.com  
zareian\_hossein@yahoo.com

تأمین‌کنندگانی که محصول را با قیمت پایین تر ارائه می‌کردند برای همکاری انتخاب می‌شدند.

در مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده توجه به پیشینه‌ی تأمین‌کنندگان یکی از عامل‌های بسیار مهم است. نکته‌ی دیگری که هنگام انتخاب تأمین‌کننده باید مد نظر قرار داد، حسن نیت و خوش‌قولی تأمین‌کنندگان است. همکاری با تأمین‌کنندگان بدقول ممکن است زبان‌های جبران‌ناپذیری برای سازمان در پی داشته باشد. در فضای رقابتی کسب و کار امروز، از دست دادن مشتریان یا به عبارتی کاهش میزان وفاداری به دلیل عدم رضایت آنان از محصول، زبانی است که باید مورد توجه سازمان و مدیران قرار گیرد. مفهوم وفاداری مشتریان و ایجاد مشتریان وفادار در چارچوب کسب و کار به صورت ایجاد تعهد در مشتری برای انجام معامله با سازمان خاص و خرید کالاها و خدمات به طور مکرر تعریف می‌شود.<sup>[۵]</sup> مشتریان وفادار بیشتر خرید کرده و سودآوری بیشتری را برای شرکت در پی خواهند داشت و معمولاً ابزار تبلیغات کلامی محسوب می‌شوند. از این رو راضی نگه داشتن مشتریان و انجام اقدامات لازم برای خرید مجدد آنان امری ضروری به نظر می‌رسد. در نتیجه سازمان‌ها درصدد شناسایی و مدیریت روش‌های مؤثر ایجاد وفاداری هستند. بدیهی است که خریدار باید تأمین‌کنندگانی را انتخاب کند که بتوانند به تعهدات خود عمل کرده یا انتظارات خریدار را برآورده سازند.

در این نوشتار به منظور بررسی تأثیر انتخاب یک تأمین‌کننده بر عوامل مؤثر در یک واحد تولیدی از روش تجزیه و تحلیل دینامیکی استفاده شده است. سیستم‌های دینامیکی در مسائل پیچیده‌یی که دارای عوامل متعدد همراه با اثر یک‌سویه و یا بازخوردی هستند، به‌عنوان روشی قدرتمند و مناسب کاربرد دارند. این روش به یک سیستم خاص همراه با مرز و محدوده‌ی مشخص محدود نمی‌شود، بلکه از جامعیتی وسیع در میان موضوعات متنوع برخوردار است. فرایند شبیه‌سازی در روش سیستم‌های دینامیکی به وسیله‌ی حلقه‌های بازخوردی مثبت و منفی (نمودار علی - حلقوی)<sup>[۱]</sup> انجام می‌گیرد. در این روش ابتدا با تعریف مسئله و سپس مشخص کردن عوامل و روابط بازخوردی بین آن‌ها، مسئله‌ی مورد نظر تشریح می‌شود. روش سیستم‌های دینامیکی در مسائل مختلف نظیر علوم پزشکی، مدیریت اجتماعی، رفتارهای اقتصادی، برنامه‌ریزی شهری، مباحث مربوط به انرژی و زیست محیطی، مهندسی نرم‌افزار و مدیریت زنجیره‌ی تأمین کاربردهای فراوان دارد.<sup>[۶]</sup> موضوع مورد بحث در این مقاله را می‌توان یکی از زیرشاخه‌های مربوط به مدیریت زنجیره‌ی تأمین در نظر گرفت. هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر انتخاب تأمین‌کننده‌ی مناسب و قابل اعتماد بر سود و رضایت‌مندی مشتری، به روش تجزیه و تحلیل دینامیکی است. معیارهای مورد توجه در ارزیابی تأمین‌کنندگان در این مدل مبتنی بر سه فاکتور هزینه، کیفیت و زمان تحویل تأمین‌کننده است که دو معیار کیفیت و زمان تحویل به‌عنوان مقادیر احتمالی با توجه به پیشینه‌ی تأمین‌کننده به‌عنوان ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند. چرا که در واقع رفتار آتی تأمین‌کنندگان در حالت عدم قطعیت قرار داشته و تعیین مقادیر ثابت برای معیارهای آن‌ها دشوار است.<sup>[۷]</sup> مدل به‌گونه‌یی ارائه شده است که بتواند تأثیر فاکتورهای ناشی از تأمین‌کننده را تا حدودی بر عوامل مختلف تولید همچون کیفیت محصول تولیدی، زمان‌های تحویل، هزینه‌های تولید، برنامه‌ی تولید، سطوح موجودی، رضایت مشتریان، قیمت‌گذاری، تقاضا و فروش در یک واحد تولیدی نشان دهد.

در ادامه، در بخش دوم مروری بر ادبیات انتخاب تأمین‌کننده و همچنین رویکرد تجزیه و تحلیل دینامیکی مرتبط با مسئله آورده شده است. در بخش سوم به بیان مدل پرداخته خواهد شد. در بخش چهارم پس از ارائه‌ی نمودار حالت و جریان، شبیه‌سازی مدل صورت گرفته است. اعتبارسنجی مدل در بخش پنجم، بررسی

انتخاب سیاست مناسب به همراه تجزیه و تحلیل‌های عددی در بخش ششم، و نهایتاً نتیجه‌گیری در بخش هفتم آورده شده است.

## ۲. مرور ادبیات

در این بخش نخست مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه‌ی مسئله‌ی ارزیابی تأمین‌کنندگان و سپس مروری بر ادبیات موضوعی مدل سیستم‌های دینامیکی در این زمینه آورده شده است.

### ۱.۲. ارزیابی تأمین‌کنندگان

در سال‌های اخیر مطالعات فراوانی در زمینه‌ی روش‌های انتخاب تأمین‌کننده صورت گرفته است. در حقیقت، انتخاب مجموعه‌ی مناسبی از تأمین‌کنندگان با هدف موفقیت یک شرکت امری بسیار مهم است و طی سال‌های طولانی یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌های مدیران بوده است.<sup>[۸]</sup> نخستین بار در سال ۱۹۴۵، لوئیس<sup>۲</sup> مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کنندگان را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های فرایند خرید مواد اولیه و قطعات عنوان کرد. هنری فورد در سال ۱۹۵۰ همکاری با تأمین‌کنندگان خارجی برای تولید قطعاتی که در داخل خود شرکت ساخته و تولید می‌شوند را پیشنهاد کرد. در سال‌های بعد مطالعات و پژوهش‌های فراوانی در زمینه‌ی انتخاب تأمین‌کننده صورت پذیرفت که در میان آن‌ها مطالعه‌ی دیکسون<sup>[۹]</sup> از اهمیت به‌سزایی برخوردار است، زیرا او در مطالعاتش معیارهای متعددی برای انتخاب تأمین‌کننده‌ی مناسب بیان کرده است.

جوی و همکاران<sup>[۱۰]</sup> براساس روش شبکه‌های عصبی مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. هامفریز و همکاران<sup>[۱۱]</sup> نیز با استفاده از روش وزن‌دهی به عوامل محیطی به‌منظور تعیین اهمیت آن‌ها، مسئله‌ی انتخاب را بررسی کردند. وانگ و همکاران<sup>[۱۲]</sup> از ادغام روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۳</sup> و برنامه‌ریزی آرمانی<sup>۴</sup> برای استفاده از داده‌های اصلی و ترتیبی در مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرده‌اند. فرانکلین<sup>[۱۳]</sup> از روشی تحت عنوان تحلیل سلسله‌مراتبی رای‌گیری استفاده کرده است. در این روش برای انتخاب تأمین‌کننده از یک شیوه‌ی وزن‌دهی فازی به جای مقایسه‌های زوجی روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است؛ آن‌ها در این روش از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی بهره برده‌اند. گونری و همکاران<sup>[۱۴]</sup> برای مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده مدلی براساس رویکرد فازی و برنامه‌ریزی خطی پیشنهاد کرده‌اند. در این مدل ابتدا از یک مجموعه اعداد فازی ذوزنقه‌یی برای ارزیابی وزن‌های هر تأمین‌کننده و همچنین اولویت‌بندی معیارهای انتخاب استفاده شده است. سپس با استفاده از یک روش سلسله‌مراتبی فازی و جواب‌های مثبت و منفی ایده‌آل، تأثیر هر تأمین‌کننده مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت یک مدل برنامه‌ریزی خطی براساس تأثیر هر تأمین‌کننده و محدودیت‌های بودجه و ظرفیت و کیفیت مربوط به هر تأمین‌کننده توسعه داده شده است. فریرا و بورنستین<sup>[۱۵]</sup> از ادغام مجموعه‌های فازی و شبکه‌های بی‌زی در ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده کرده‌اند. مدل پیشنهادی آنان در مسئله‌ی تصمیم‌گیری، نقاط ضعف و قوت هر گزینه را در بین گزینه‌های موجود مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. عمید و همکاران<sup>[۱۶]</sup> از یک روش وزن‌دهی به‌صورت پیشینه - کمیته‌ی فازی برای وزن‌دهی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده‌ی مناسب استفاده کرده‌اند. مدل پیشنهادی آنان تصمیم‌گیرندگان را در اختصاص سفارش به هر تأمین‌کننده یاری می‌کند. هو و همکاران<sup>[۱۷]</sup> روش‌های انجام شده در مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده را مرور کرده‌اند.

فراوان آن در علوم مختلف، به «سیستم‌های دینامیک» تغییر نام داد. این روش قابلیت مدل‌سازی مسائل متنوع ساده و پیچیده در حوزه‌های مختلف را دارد، که در آن تغییرات ناشی از رفتار عوامل در طول زمان مشخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. روش سیستم‌های دینامیکی بر پایه ساختار و رفتار سیستم‌ها استوار است. این سیستم متشکل از یک سری حلقه‌های بازخوردی (نمودار علی - حلقوی) است، که اساس ساختار سیستم مورد بررسی را نشان می‌دهند.<sup>[۱۷]</sup> نمودار علی - حلقوی ضمن تعیین روابط علت و معلولی بین دو یا چند متغیر، جهت تأثیر آن متغیرها را نیز

برخی از روش‌های موجود در زمینه‌ی انتخاب تأمین‌کننده در جدول ۱ آورده شده است.

## ۲.۲. سیستم‌های دینامیکی

روش سیستم‌های دینامیکی در اواخر دهه‌ی پنجاه میلادی توسط فارستر<sup>۵</sup> و با عنوان «دینامیک صنعت» مطرح شد. طی سال‌های بعد این موضوع با توجه به کار بردهای

جدول ۱. دسته‌بندی برخی از رویکردهای ارائه شده برای مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده.

برنامه‌ریزی ریاضی	برنامه‌ریزی خطی برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح برنامه‌ریزی غیر خطی عدد صحیح برنامه‌ریزی آرمانی برنامه‌ریزی چندهدفه
رویکردهای تک‌ی یا انفرادی	تحلیل پوششی داده‌ها <sup>۱</sup> فرایند تحلیل شبکه‌یی استدلال مبتنی بر مورد <sup>۲</sup> نظریه‌ی فازی رتبه‌بندی چند شاخصه <sup>۳</sup> الگوریتم ژنتیک
ترکیب با رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی	ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و مذاکره دو طرفه <sup>۴</sup> ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها و شبکه‌های عصبی ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل رابطه‌یی خاکستری <sup>۵</sup> ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلف ادغام تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی چندهدفه
ترکیب با رویکردهای فازی	ادغام فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی ادغام فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی و ارزیابی خوشه‌یی ادغام فازی و الگوریتم ژنتیک ادغام فازی و برنامه‌ریزی چندهدفه ادغام فازی و توسعه تابع کیفیت ادغام فازی و SMART <sup>۶</sup>
سایر روش‌های ترکیبی	ادغام تحلیل شبکه‌های عصبی و مبتنی بر استدلال موردی ادغام تحلیل شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک ادغام فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی چندهدفه ادغام فرایند تحلیل شبکه‌یی و برنامه‌ریزی آرمانی ادغام تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی چندهدفه ادغام تحلیل پوششی داده‌ها و SMART ادغام الگوریتم ژنتیک و برنامه‌ریزی چندهدفه

<sup>۱</sup> data envelopment analysis

<sup>۲</sup> case-based reasoning

<sup>۳</sup> simple multi-attribute rating

<sup>۴</sup> bi-negotiation

<sup>۵</sup> grey relational analysis

<sup>۶</sup> quality function deployment

<sup>۷</sup> simple multi-attribute rating technique

مشخص می‌کند، به این صورت که اگر در یک جهت حرکت کرده و افزایش یکی باعث افزایش دیگری شود، به آن رابطه‌ی علت و معلولی مثبت، و اگر خلاف جهت هم حرکت کنند به آن رابطه‌ی علت و معلولی منفی گفته می‌شود.

برای به تصویر کشیدن متغیرهای مدل، به‌شیوه‌یی که در آن فرایندهای تجمع و جریان اطلاعات سیستم مشخص شوند، از نمودار حالت و جریان کمک گرفته می‌شود. این نمودار انباشتگی پدیده‌ها را به‌وسیله‌ی متغیرهای حالت نشان می‌دهد. در واقع حالت متغیری است که جریان‌های مواد را به خود جلب می‌کند و موجب بروز جریان‌های تغییر دهنده می‌شود. دو متغیر دیگر تشکیل‌دهنده‌ی نمودار جریان عبارت است از متغیرهای نرخ و کمکی. جریان‌های افزایشنده یا کاهشنده‌ی حالت را نرخ می‌نامند. این نوع متغیر در واقع موجب ایجاد تغییر در متغیر حالت می‌شود. متغیر کمکی یا واسطه در مدل داینامو نشانه‌ی اطلاعات در سیستم است. این متغیرها در تسهیل مدل‌سازی و محاسبات از جایگاهی خاصی برخوردارند و در ایجاد ارتباطات و شفافیت بین متغیرها کاربرد دارند.<sup>[۱۸]</sup>

بازخوردی که بین عوامل تأثیرگذار بر روابط تأمین‌کنندگان و شرکت وجود دارد، روش تجزیه و تحلیل دینامیکی را روشی مناسب و کارآمد در مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده و ارزیابی تأثیر آن بر عوامل مورد نظر شرکت می‌سازد. در واقع این روش به‌جای بررسی و مقایسه‌ی تأمین‌کنندگان با توجه به یک سری معیارها، پس از پردازش داده‌های مربوط به معیارهای هر تأمین‌کننده به پیش‌بینی تأثیرات آن‌ها بر عامل‌های نهایی مورد توجه شرکت -- همچون سود و رضایت مشتریان -- می‌پردازد. تاکنون مطالعه‌ی مورد توجهی در زمینه‌ی مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده، به‌عنوان یکی از فرایندهای مهم در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از رویکرد سیستم‌های دینامیکی، صورت نگرفته است. با توجه به خلأ موجود در ادبیات موضوع، در این مطالعه از روش سیستم دینامیکی به‌منظور تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شده است.

نخستین کاربرد روش سیستم‌های دینامیکی در مدیریت زنجیره‌ی تأمین به سال ۱۹۶۱ بازمی‌گردد، که در آن مدلی برای سیستم تولید و توزیع پیشنهاد شد.<sup>[۷]</sup> رینر<sup>[۱۹]</sup> در مدل پیشنهادی خود رضایت‌مندی مشتریان و ارزیابی زنجیره‌ی تأمین را با استفاده از یک مدل دینامیکی شبیه‌سازی کرده است. در این مدل تأثیر عواملی چون خدمات پس از فروش، هزینه‌های تبلیغات، وفاداری مشتریان، تکرار عملیات خرید، میزان سفارشات و هزینه‌های مربوط به آن، و نیز سود زنجیره در نظر گرفته شده است. کومار و نیگموتالین<sup>[۲۰]</sup> از یک رویکرد سیستم دینامیکی به‌منظور بررسی رفتار و روابط موجود در زنجیره‌ی تأمین مواد غذایی فاسدشدنی استفاده کرده‌اند. آن‌ها در این روش تأثیر تغییرات تقاضا و زمان تحویل محصول را بر بازدهی زنجیره مورد بررسی قرار داده‌اند.

ولاکوس و همکاران<sup>[۱۷]</sup> رویکرد سیستم‌های دینامیکی را برای یک زنجیره‌ی تأمین حلقه‌بسته پیشنهاد کرده‌اند. آن‌ها در مدل پیشنهادی خود تمامی عملیات مربوط به زنجیره -- نظیر کل جریان‌ها و ذخیره‌سازی‌های محصول -- را با توجه به میزان ظرفیت و همچنین عوامل زیست‌محیطی و تعهدات و قوانین دولتی در نظر گرفته‌اند. در این مدل به‌کمک یک رویکرد بازخوردی، فرایند برنامه‌ریزی برای میزان بازتولیدها و ظرفیت در جریان‌های رو به عقب صورت گرفته است.

افشارکاظمی و همکاران<sup>[۲۱]</sup> یک مدل دینامیکی برای چرخه‌ی عمر محصول ارائه کرده‌اند. آن‌ها رفتار سیستم در طول دوره‌ی مشخص را با توجه به معیارهای مؤثر بر رضایت‌مندی مشتری و همچنین تأثیر رضایت‌مندی بر وفاداری مشتریان را پیش‌بینی کرده‌اند. چان و ایپ<sup>[۲۲]</sup> با استفاده از یک مدل دینامیکی میزان مشتریان برای گسترش یک محصول جدید را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها عوامل مؤثر بر

رفتار خرید مشتریان را به سه دسته عوامل مربوط به محصول، مشتری و بازار تقسیم کرده‌اند. در نهایت با توجه به تأثیرهای این عوامل رابطه‌یی برای بدست آوردن تعداد مشتریان بالقوه به دست آمده است.

### ۳. مدل‌سازی و بیان مسئله

همکاری و ارتباط مؤثر با تأمین‌کنندگان قابل اعتماد سازمان‌ها، یکی از الزاماتی است که در بازار رقابتی کنونی، که در آن سازمان‌ها به دنبال رسیدن به رقابت اثربخش و کارا هستند، مورد توجه قرار گرفته است تا سازمان‌ها بتوانند نیازمندی‌های مختلف خود را به‌واسطه‌ی آن در کم‌ترین زمان و بالاترین کیفیت تهیه کنند. یکی از دلایل اهمیت مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده، تأثیر همزمان این فرایند بر فعالیت‌های گوناگونی از قبیل مدیریت موجودی، برنامه‌ریزی و کنترل تولید، جریان مالی و کیفیت محصول است. پس از مطالعات انجام شده در این زمینه مدیران ارشد سازمان‌های تولیدی دریافته‌اند که به‌تنهایی و بدون در نظر گرفتن شرایط محیط خارج از سازمان، نمی‌توانند دست‌یابی مؤثری به رضایت‌مندی مشتری به‌عنوان هدف نهایی خود داشته باشند، چرا که آن‌ها برای رسیدن به این مهم نیازمند هماهنگی دقیق با تأمین‌کنندگان برای تدارک مواد اولیه و تحویل به‌موقع به مشتری و در پی آن رضایت مشتریان خود هستند.<sup>[۲۳]</sup> روشن است که موفقیت نهایی یک سازمان در گرو توانایی مدیریتی آن در کنترل و هماهنگی روابط موجود میان اعضای زنجیره‌ی تأمین است. هدف نهایی این سازمان‌ها برای مدیریت تأمین‌کنندگان خود در سرتاسر زنجیره‌ی تأمین، تحویل سریع‌تر، کاهش زمان تأخیر تولید، کاهش هزینه و افزایش کیفیت است.

مشتریان با توجه به میزان نیاز خود و با در نظر گرفتن میزان رضایت از محصول و عملکرد تولیدکننده، محصول مورد نظر را تهیه می‌کنند. تولیدکننده از طریق بازخوردهایی -- نظیر نتایج فروش، انتظارات مشتریان و بررسی عملکرد رقبا -- که از سوی مشتریان دریافت می‌کند، تصمیم‌گیری‌های آتی خود را انجام می‌دهد و با توجه به معیارهای مورد نظر خود که به‌منظور پاسخ‌گویی به مسائل داخلی و مشتریان دارد، تأمین‌کننده‌های مطلوب را انتخاب می‌کند. از آنجا که تولیدکننده به‌عنوان یکی از مشتریان تأمین‌کنندگان محسوب می‌شود، تأمین‌کنندگان سعی در جلب رضایت و تداوم رابطه با آنان را دارند، به‌طوری که ممکن است با سایر تأمین‌کنندگان مشابه با توجه به معیارهای مورد نظر تولیدکننده رقابت داشته باشند. تولیدکننده با استفاده از مواد اولیه‌ی دریافتی از تأمین‌کنندگان و ویژگی‌های آن‌ها محصول خود را تولید می‌کند. در شکل ۱ محدوده‌ی کلی سیستم مورد بررسی و روند جریان مواد و اطلاعات بین سطوح مدل نشان داده شده است. چنان که بیان شد، در این مطالعه از رویکرد پویایی‌های سیستم به‌منظور تحلیل تأثیر تأمین‌کنندگان یک ماده‌ی اولیه در یک واحد تولیدی استفاده شده است.

عوامل مورد بررسی در مدل به‌گونه‌یی منظور شده‌اند که تأمین‌کنندگان را با توجه به سه معیار هزینه، کیفیت و زمان تحویل ارزیابی می‌کند. براساس مطالعات صورت گرفته در این حوزه عوامل کیفیت، هزینه و زمان تحویل جزء مهم‌ترین و محبوب‌ترین معیارها برای تصمیم‌گیرندگان در مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده است.<sup>[۱۶] [۲۴]</sup> در شکل ۲ عوامل کلیدی مورد توجه در این مدل در قالب نمودار علی-حلقوی ارائه شده است. در این مدل تأمین‌کننده، ماده‌ی اولیه‌ی مورد نظر را براساس میزان سفارش تولیدکننده و با هزینه، کیفیت و زمان تحویل مشخص ارسال می‌کند. مقادیر مواد اولیه با توجه به پیش‌بینی میزان تقاضای ناشی از رضایت مشتریان و میزان فروش

عواملی همچون کاهش دریافت ماده‌ی اولیه‌ی معیوب، محصول نهایی معیوب، و عواملی از این دست است.

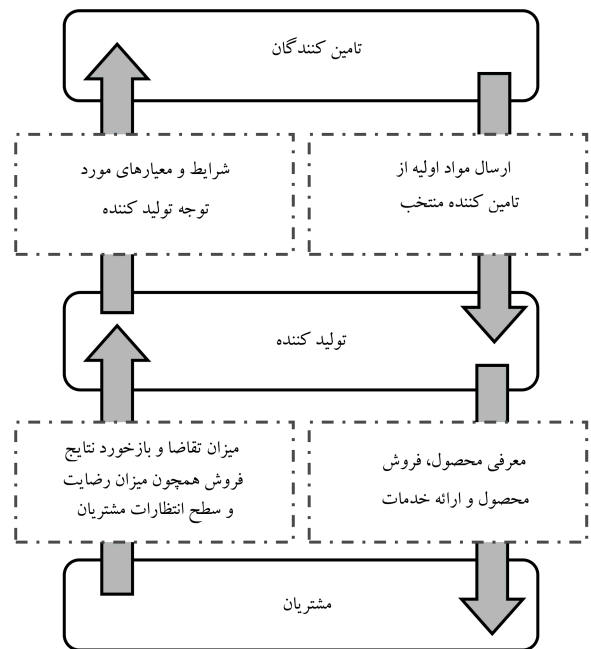
اقلام معیوب ماده‌ی اولیه‌ی رسیده به صورت هزینه در نظر گرفته شده است. عامل کارایی روند تولید ممکن است بر تعداد اقلام معیوب تولیدی و زمان عملیات برای تولید تأثیرگذار باشد و منجر به تغییر رضایت مشتری از طریق کیفیت محصول نهایی و زمان انتظار مشتری شود. زمان تحویل ماده‌ی اولیه از طرف تأمین‌کننده که از معیارهای مورد توجه در برنامه‌ریزی سفارشات و تولید است، می‌تواند با تغییر در زمان انتظار مشتری بر رضایت مشتریان اثرگذار باشد. چنان‌که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، میزان رضایت مشتریان به‌کمک عواملی همچون کیفیت، قیمت، زمان انتظار مشتری، مشتریان از دست‌رفته، خدمات و تناسب کارکرد محصول با نیاز مشتری، ارزیابی می‌شود که می‌تواند تقاضای آینده‌ی محصول و روند شرکت را تحت تأثیر قرار دهد. عامل تناسب کارکرد، مشابه عاملی است که معمولاً با عنوان میزان انتظارات مشتریان از محصول بیان می‌شود. سیاست در نظر گرفته شده به منظور ارائه‌ی خدمات به مشتریان به‌گونه‌ی است که علاوه بر سطح اولیه‌ی خدمات، متناسب با سوددهی شرکت در دوره‌ی جاری، میزان کیفیت خدمات دوره‌ی آینده را تحت تأثیر قرار دهد. روابط کامل‌تری از مدل ارائه شده، در شکل ۳ ارائه شده است. در این شکل روابط علی - حلقوی مدل به سه دسته عوامل ناشی از تأمین‌کننده، عوامل تولیدکننده و عوامل متأثر از مشتریان تقسیم شده است. در ادامه برخی از عوامل مؤثر و چگونگی تأثیرشان بر دیگر عوامل تشریح می‌شود.

هزینه‌ی هر واحد ماده‌ی ارسالی: این عامل از مجموع هزینه‌ی حمل و نقل، هزینه‌ی سفارش و قیمت، به‌ازای هر واحد ماده‌ی اولیه‌ی ارسالی توسط تأمین‌کننده تشکیل شده است. با افزایش هزینه‌ی هر واحد ماده‌ی اولیه، بر هزینه‌ی تمام شده‌ی هر واحد ماده‌ی اولیه افزوده شده و منجر به افزایش هزینه‌های متغیر تولید می‌شود. درصد اقلام قابل قبول: این عامل به همراه عامل درصد انطباق با کیفیت، به منظور سنجش معیار کیفیت ماده‌ی ارسالی توسط تأمین‌کننده در نظر گرفته شده است. درصد اقلام قابل قبول ماده‌ی اولیه از جمله عوامل مؤثر در انتخاب تأمین‌کننده است. در صورت پایین بودن درصد اقلام قابل قبول، ممکن است هزینه‌های بازرسی، اطلاع‌رسانی به تأمین‌کننده، برگشت کالا و سایر هزینه‌های مرتبط، افزایش یابد و حتی منجر به برگشت محموله شود. از آنجا که این عامل معمولاً قطعی و ثابت نیست، در هر دوره به صورت احتمالی و براساس تابع توزیع نرمال و با توجه به پیشینه‌ی تأمین‌کننده محاسبه می‌شود.

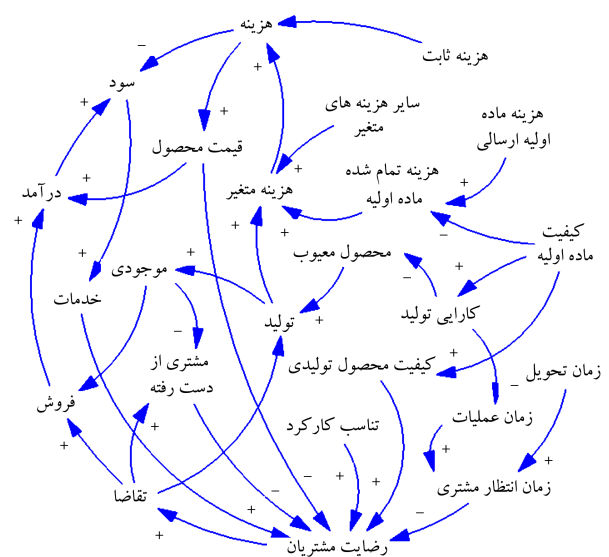
درصد انطباق با کیفیت مورد نظر تولیدکننده: تولیدکنندگان عموماً سطحی از کیفیت را براساس استانداردهای مشخص یا استانداردهای تعریف شده‌ی خود برای مواد اولیه در نظر می‌گیرند. میزان فاصله از این استاندارد به‌عنوان کاهش سطح کیفیت مطلوب در نظر گرفته شده است. از آنجا که میزان کیفیت محصول تولیدی، تأمین‌کنندگان نیز معمولاً ثابت نیست، این عامل همانند معیار درصد اقلام قابل قبول، به صورت احتمالی و براساس پیشینه‌ی تأمین‌کننده محاسبه می‌شود. با افزایش این میزان کیفیت ماده‌ی اولیه افزایش خواهد یافت و در نتیجه کیفیت محصول نهایی متناسب با میزان تأثیر این ماده افزایش یافته و منجر به افزایش رضایت مشتریان از طریق بالا رفتن کیفیت محصول خواهد شد.

نسبت تأثیر کیفیت ماده‌ی اولیه بر کیفیت محصول، عاملی است که به منظور تعیین میزان سهم ماده‌ی اولیه بر کیفیت محصول تولیدی در نظر گرفته شده، به طوری که در برخی از مواد اولیه ممکن است با وجود کیفیت بالای آن‌ها تأثیر ناچیزی بر کیفیت محصول نهایی حاصل شود.

علاوه بر تأثیر مستقیم کیفیت ماده‌ی اولیه بر کیفیت محصول نهایی، پایین بودن



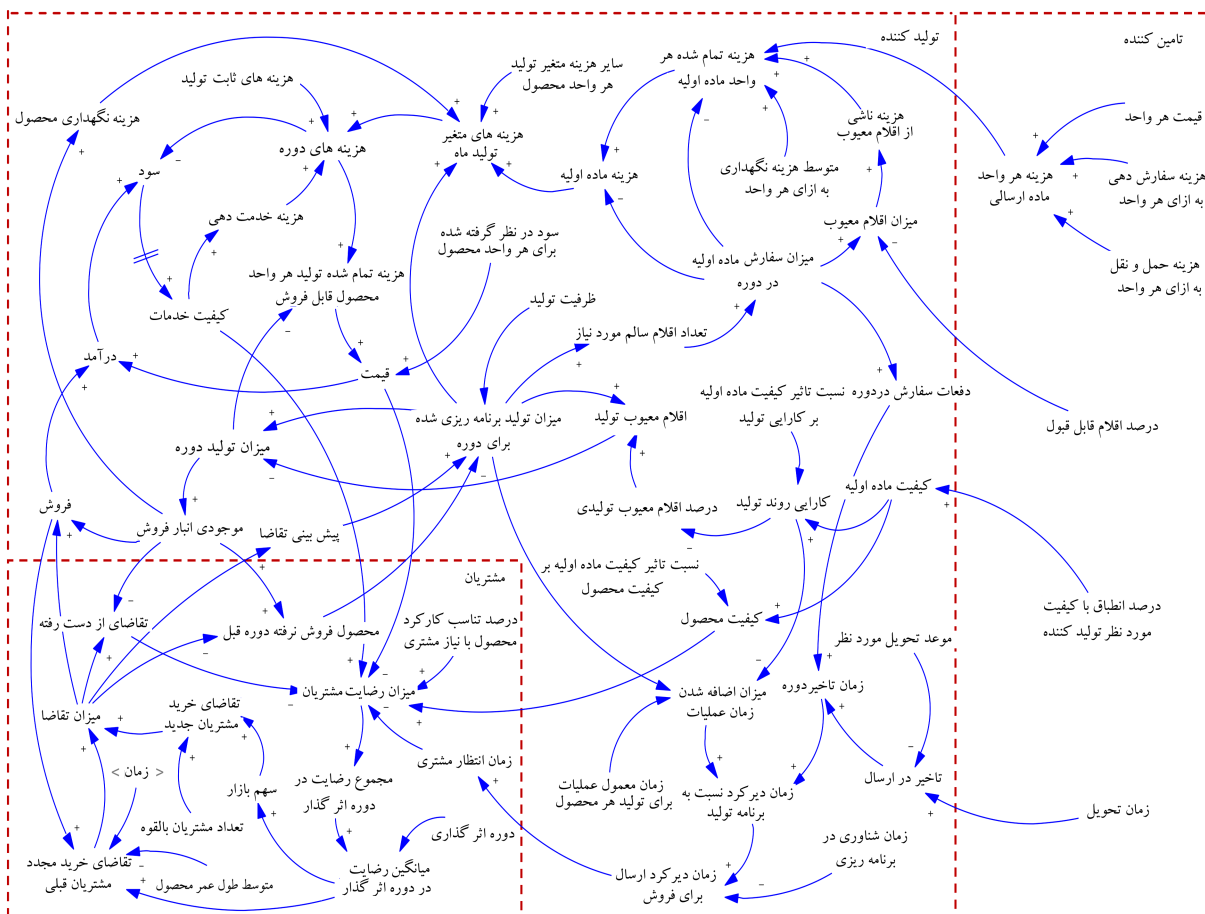
شکل ۱. جریان مواد و اطلاعات در سطوح کلی مدل مورد بررسی.



شکل ۲. نمودار علی - حلقوی عوامل اصلی مدل.

دوره‌ی قبل تعیین می‌شود. هزینه‌ی محموله‌ی ارسالی به‌عنوان عاملی که هزینه‌های تولیدکننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به تغییرات در قیمت، رضایت مشتریان، درآمد و سود تولیدکننده می‌شود، در نظر گرفته شده است.

کیفیت ماده‌ی اولیه نیز به‌عنوان عامل تأثیرگذار بر کارایی روند تولید، علاوه بر تأثیر بر کیفیت محصول نهایی و اقلام معیوب ماده‌ی اولیه رسیده در نظر گرفته شده است. سه عامل کیفیت، هزینه و زمان تحویل ماده‌ی اولیه به‌عنوان ورودی‌های مدل، و تأثیر روابط آن‌ها بر یکدیگر در حوزه‌ی سیستم مورد بررسی نیست بلکه مربوط به روابط داخلی سطح تأمین‌کننده است که از سوی آن‌ها تعیین می‌شود. افزون بر این، تأثیر کیفیت بر هزینه‌ی تمام شده با توجه به مستقل بودن آن از هزینه‌ی ماده‌ی اولیه است، چرا که عامل هزینه به‌طور جداگانه اثر خود را می‌گذارد و تأثیر منفی به‌عملت



شکل ۳. نمودار علی - حلقوی تأثیر تأمین کننده بر تولیدکننده.

کیفیت ماده‌ی اولیه می‌تواند منجر به کاهش تسهیل کار یا کاهش کارایی روند تولید شود. به این صورت که ممکن است کیفیت پایین ماده‌ی اولیه منجر به افزایش خرابی دستگاه‌ها یا صرف زمان بیشتر در روند تولید محصول شود و همچنین می‌تواند منجر به افزایش تعداد اقلام معیوب تولیدی شود.

با توجه به این که برای تولید اقلام معیوب نیز هزینه‌های خرید و تولید صرف شده مشاهده می‌شود که پایین بودن کیفیت ماده‌ی اولیه از طریق هر دو معیار درصد اقلام قابل قبول و درصد انطباق با کیفیت مورد نظر می‌تواند باعث افزایش هزینه‌های تولیدکننده شود. **زمان تحویل:** زمان تحویل به صورت فاصله‌ی زمانی بین زمان سفارش تولیدکننده تا دریافت کالا از طرف تأمین کننده در نظر گرفته شده است. این عامل نیز به صورت احتمالی و با تابع توزیع نرمال برای هر دوره محاسبه می‌شود. تأثیر این عامل به این نحو است که، زمان تحویل کالا با موعد تحویل مورد نظر تولیدکننده مقایسه شده و در صورت وجود تأخیر بنا بر تعداد دفعات ارسال در دوره، کل تأخیرهای دوره را تشکیل می‌دهد. این عامل به همراه زمان‌های تأخیر تولید، منجر به افزایش میزان کل دیرکردهای دوره نسبت به برنامه‌ی تولید می‌شود. میزان دیرکرد صورت گرفته با زمان شناوری در نظر گرفته شده در برنامه‌ریزی، مورد مقایسه قرار گرفته و میزان دیرکرد ارسال را تعیین می‌کند. در صورت وجود دیرکرد نسبت به زمان مورد انتظار مشتری، بر رضایت مشتری تأثیرگذار خواهد بود.

**هزینه‌های دوره:** هزینه‌های دوره به صورت کل هزینه‌های تولیدکننده که از مجموع هزینه‌های متغیر و ثابت تولید تشکیل شده، در نظر گرفته شده است. هزینه‌های

خدمات دهی نیز با توجه به این که از طریق نتایج گذشته میزان سود تولیدکننده و برنامه‌ریزی برای میزان کیفیت خدمات آتی محاسبه می‌شود، به صورت مستقیم به هزینه‌های دوره اضافه شده است.

**قیمت:** قیمت محصول نهایی با افزایش هزینه‌ی تمام شده تولید افزایش می‌یابد. در محاسبه‌ی قیمت فرض شده که تولیدکننده علاوه بر هزینه‌ی تمام شده‌ی تولید هر محصول، سود مطلوب مورد نظر خود به ازای هر واحد محصول را در نظر می‌گیرد. چنان که در شکل ۳ نشان داده شده، افزایش قیمت از دو جهت مثبت و منفی بر درآمد تأثیرگذار است. اول آن که با افزایش قیمت به علت افزایش دریاقتی‌ها به ازای هر واحد فروش، درآمد افزایش می‌یابد. دوم آن که با افزایش قیمت میزان رضایت مشتریان کاهش یافته و می‌تواند میزان فروش را کاهش دهد. این که در یک نمونه‌ی عددی افزایش قیمت چه تأثیری بر درآمد دارد باید توسط مدل بررسی شود که میزان این تغییر قیمت بر کدام یک از دو جهت تأثیر بیشتری گذاشته است.

**کیفیت خدمات:** خدمات به مشتریان شامل کلیه اموری است که شرکت به منظور جلب رضایت مشتریان و کمک به آن‌ها برای دریافت بیشترین ارزش محصولات یا خدماتی که خریداری کرده‌اند انجام می‌دهد. افزایش خدمات نیز از دو جهت مثبت و منفی تأثیرگذار است. یکی آن که با افزایش خدمات هزینه‌ی به سازمان تحمیل شده که باعث کاهش سود می‌شود، و دوم آن که افزایش خدمات می‌تواند باعث افزایش رضایت مشتریان، فروش بیشتر و در نتیجه افزایش سود شود. در این حالت نیز باید ضمن سنجش میزان تأثیر این دو جهت، اثر آن بر سود تعیین شود.

میزان تولید برنامه‌ریزی شده برای دوره: تولیدکننده بنا بر پیش‌بینی تقاضایی که

میزان سهم بازار خواهد داشت.

**میزان تقاضا:** در این مدل میزان تقاضای مشتریان به دو دسته تقاضای مشتریان جدید و خرید مجدد مشتریان گذشته تقسیم شده است. این دو عامل را می‌توان تا حدودی مشابه تفکیک مشتریان به مشتریان وفادار و مشتریان جذب شده از طریق عواملی همچون تبلیغات و انتقال کلامی آن دانست که در حالتی عمومی‌تر بیان شده‌اند. تقاضای مشتریان جدید با توجه به تعداد مشتریان بالقوه برای محصول و میزان سهم بازار تولیدکننده - متأثر از رضایت مشتریان در دوره‌های گذشته - محاسبه می‌شود. تقاضای مشتریان قبلی نیز براساس فروش گذشته و میزان رضایت مشتریان محاسبه شده است. این عامل باید به‌گونه‌ای محاسبه شود که تأثیر تعدد مشتریان قبلی را، که در متغیر فروش در دوره‌های مختلف چندین بار تکرار شده‌اند، ناچیز کند. بدین منظور از فاکتور زمان کمک گرفته شده به‌طوری که در طول زمان تأثیر عامل فروش را متعادل سازد. همچنین با توجه به نوع محصول، متوسط طول عمر آن را نیز در نظر داشته باشد به‌طوری که مشتریانی که به‌تازگی خرید کرده‌اند در مدت طول عمر محصول، در برآورد تقاضا در نظر گرفته نشوند.

میزان تقاضای دوره با توجه به میزان موجودی محصول تولید شده، میزان فروش دوره را تشکیل می‌دهد. به این صورت که اگر تقاضا کم‌تر از میزان موجودی باشد، مقداری موجودی به‌عنوان محصولات فروش نرفته باقی خواهد ماند و به دوره بعد منتقل می‌شود اما چنانچه تقاضا بیشتر از میزان موجودی باشد، مازاد تقاضا رد خواهد شد و به‌عنوان مشتریان از دست رفته تلقی می‌شود که می‌تواند منجر به کاهش میزان رضایت مشتریان در آن دوره شود.

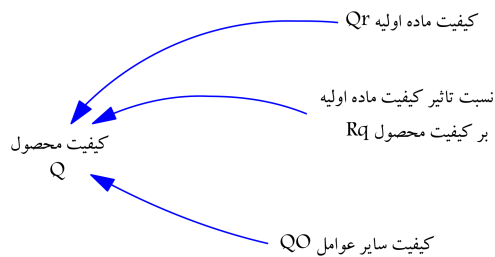
#### ۴. مدل حالت - جریان، و شبیه‌سازی مدل

در این بخش با تشکیل معادلات پویایی سیستم، به تهیه مدل حالت و جریان مدل مفهومی قسمت قبل پرداخته می‌شود. سپس با استفاده از یک مثال عددی به‌عنوان حالت پایه، مدل شبیه‌سازی مربوط به آن اجرا خواهد شد.

##### ۱.۴. تشکیل ساختار حالت - جریان مدل

چنان که در بخش قبل بیان شد، متغیرهای مربوط به کیفیت ماده اولیه و زمان تحویل با تابع توزیع نرمال در نظر گرفته شده‌اند که با استفاده از تابع تعریف‌شده آن‌ها در نرم‌افزار، در هر دوره محاسبه می‌شود. به‌منظور محاسبه‌ی عامل کیفیت محصول با توجه به عوامل مؤثر بر آن (شکل ۵)، از طریق رابطه‌ی ۱ محاسبه و به‌صورت درصد بیان می‌شود.

$$Q = (1 - Rq) \times Q_0 + Rq \times Q_r \quad (1)$$



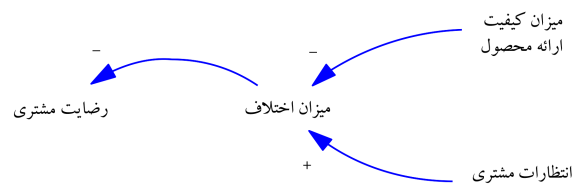
شکل ۵. عوامل مؤثر بر کیفیت محصول.

از طریق بررسی تقاضای گذشته دارد و همچنین با توجه به موجودی مازاد خود که به نام محصول فروش نرفته‌ی دوره‌ی قبل در مدل در نظر گرفته شده است، برای میزان تولید دوره‌ی بعد برنامه‌ریزی می‌کند به‌طوری که این مقدار از ظرفیت تولید تجاوز نکند. در ساختار این مدل فرض شده است که تعداد سفارش اقلام سالم تولیدی از پیش درخواست شده است و به تعداد مشخصی اقلام سالم مورد نیاز است. بنابراین، افزایش اقلام معیوب تولیدی پیش‌بینی شده، می‌تواند میزان کل تولید را افزایش دهد که تعداد سالم مورد نیاز برآورده شود.

**میزان رضایت مشتریان:** عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان و نحوه‌ی محاسبه‌ی آن به‌شکل‌های مختلفی در مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله در بعضی با استفاده از مدل‌سازی دینامیکی به این موضوع پرداخته شده است. [۱۷، ۲۵] رینر [۱۷] چهار عامل توسعه‌ی محصول، نحوه‌ی انجام سفارش، خدمات پس از فروش و اخذ سفارش را به‌عنوان عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان در نظر گرفته است، به‌طوری که هر یک از این عوامل متشکل از مجموعه عوامل مختلفی است. به‌عنوان مثال نحوه‌ی انجام سفارش از پارامترهایی همچون کیفیت محصول، نحوه‌ی بسته‌بندی، عملکرد تحویل محصول تشکیل شده است.

چنان که در شکل ۴ نشان داده شده، سطح رضایت مشتریان براساس اختلاف بین دو عامل میزان کیفیت ارائه‌ی محصول به مشتریان و میزان انتظار مشتری در نظر گرفته شده است. [۲۵] مشاهده می‌شود که به‌منظور تخمین میزان رضایت مشتریان، شش عامل در نظر گرفته شده است. میزان رضایت مشتریان دوره با افزایش عامل‌های قیمت محصول، تعداد مشتریان از دست رفته و زمان انتظار کاهش‌یافته برای مشتریان و با توجه به میزان درک مشتریان از سطح کیفیت محصول، میزان کیفیت خدمات و میزان تناسب محصول با انتظارات و نیاز مشتریان افزایش می‌یابد. با افزایش رضایت مشتریان از طریق افزایش تقاضا، میزان فروش نیز با توجه به موجودی می‌تواند افزایش یابد. نکته‌ی حائز اهمیت آن است که عامل میزان رضایت ماه، میزان رضایت در یک دوره را نشان می‌دهد و تأثیر مستقیم آن بر فروش همان ماه صحیح نیست. همچنین میزان رضایت دوره‌ی قبل در حالت عادی برای تأثیر بر فروش کافی نیست. به‌همین منظور از عامل سطح رضایت مشتریان که جمع آن‌ها را در دوره‌های قبل نشان می‌دهد کمک گرفته شده است تا بتوان میانگینی از سطح رضایت مشتریان در چند دوره‌ی قبل به دست آورد که با عنوان میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری در مدل بیان شده است.

**دوره‌ی اثرگذاری:** بنا به تعریف دوره‌ی اثرگذاری مدت زمانی است که عملکرد تولیدکننده بر تقاضای مشتریان اثر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، دوره‌ی اثرگذاری شش‌ماهه بدان معناست که میزان سهم بازار و تقاضای مربوط به دوره‌ی فعلی، متأثر از میانگین رضایت مشتریان در طول شش ماه گذشته است. این عامل بدین منظور لحاظ شده که معمولاً جذب مشتریان برای خرید از یک تولیدکننده صرفاً به‌علت رضایت مشتریان در دوره‌ی قبلی نیست. از طرف دیگر دوره‌های خیلی دور تأثیر کم‌تری بر وضعیت فعلی دارند. در حالت کلی می‌توان گفت تأثیر عامل رضایت مشتریان در دوره‌های قبل، هرچه به دوره‌ی فعلی نزدیک‌تر می‌شود تأثیر بیشتری بر تقاضا و



شکل ۴. نحوه‌ی محاسبه‌ی میزان رضایت مشتری توسط یئون و همکاران. [۲۵]

$$\text{Sat} = \left( \frac{Fq \times Z_Q + Fa \times Z_A + Fs \times Z_S}{Fq + Fa + Fs} \right) - \left( \frac{Fp \times Z_P + Ft \times Z_T + Fd \times Z_D}{Fp + Ft + Fd} \right) \quad (4)$$

به منظور محاسبه‌ی میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری، مجموع میزان رضایت‌های مشتریان در بازه مربوط به دوره‌ی اثرگذاری محاسبه شده و بر تعداد دوره‌ی اثرگذاری تقسیم می‌شود. در صورتی که دوره اثرگذاری را با  $P_E$  و میزان رضایت دوره‌ی  $i$  را با  $\text{Sat}_i$  نشان دهیم به طوری که  $i = 0, 1, \dots, n$  و  $n$  اندیس مربوط به دوره‌ی فعلی باشد، میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری مطابق رابطه‌ی ۵ محاسبه می‌شود.

$$\text{Avg Sat}_{P_E} = \frac{\sum_{i=n-1-P_E}^{n-1} \text{Sat}_i}{P_E} \quad (5)$$

تقاضای دوره چنان که در بخش قبل ارائه شد از مجموع تقاضای مشتریان جدید و تقاضای خرید مجدد مشتریان قبلی تشکیل می‌شود. برای محاسبه‌ی تقاضای خرید مجدد مشتریان قبلی از چهار عامل سطح فروش، میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری، عامل تأثیر تعدیل فروش بر مشتریان تکراری و عامل تأثیر رضایت بر خرید مجدد استفاده شده است. عامل تعدیل فروش به این منظور است که برخی از خریدهای مربوط به عامل سطح فروش توسط یک مشتری انجام شده و باید تکراری‌ها از محاسبه حذف شوند. این عامل در مدل با تابع Lookup به گونه‌ی تخمین زده شده که با گذشت زمان از مقدار آن کاسته می‌شود تا تأثیر تجمع فروش مشتریان تکراری را تعدیل کند. پارامتر مربوط به زمان تأثیر که بر عامل‌های فروش ماه، تقاضای از دست رفته و محصول فروش نرفته‌ی دوره‌ی قبل اثر گذاشته است صرفاً به منظور انطباق ماهانه‌ی واحدها در نظر گرفته شده است. در نهایت نمودار حالت و جریان مدل تحلیل تأثیر تأمین‌کننده‌ی ماده‌ی اولیه در یک واحد تولیدی در شکل ۶ ارائه شده است.

#### ۲.۴. شبیه‌سازی وضعیت پایه

در این قسمت شبیه‌سازی مدل با داده‌هایی به عنوان وضعیت پایه اجرا می‌شود. مقادیر ورودی مربوط به تأمین‌کننده و پارامترها و مقادیر اولیه‌ی مربوط به اجرای مدل در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند.

دوره‌ها و مدت زمان بررسی رفتار مدل به صورت ماهانه و طی پنج سال در نظر گرفته شده که به منظور تهیه‌ی مدل و شبیه‌سازی آن از نرم‌افزار Vensim استفاده شده است. در شکل ۷ خروجی شبیه‌سازی داده‌های مدل در وضعیت پایه، برای عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان نشان داده شده است. چنان که مشاهده می‌شود کیفیت محصول در حدود ۸۰ درصد در حال نوسان است. میزان تقاضای از دست رفته نیز در حدود ۱۰ واحد در هر دوره متغیر است و با روند بسیار اندکی به علت افزایش تقاضا در حال زیاد شدن است.

کیفیت خدمات نیز با توجه به میزان سوددهی تولیدکننده (شکل ۸)، در حدود ۱۰ درصد در نوسان است به گونه‌ی که با شیب اندکی در حال افزایش است. عامل میزان انتظار مشتریان نیز به استثنای سه مورد، به علت تأخیر نداشتن ارسال برای فروش تأخیری نداشته است. قیمت محصول با شیب اندکی در حال کاهش است. این کاهش به علت افزایش تقاضای ناشی از افزایش سهم بازار و افزایش فروش در دوره‌های گذشته، تولید بیشتری را به دنبال دارد. با افزایش تولید، هزینه‌های تمام‌شده‌ی محصول کاهش یافته است.

که در آن نسبت  $Rq$  در بازه بین صفر تا ۱ تعریف شده است. نحوه‌ی محاسبه‌ی عامل کارایی روند تولید نیز به صورتی مشابه محاسبه می‌شود با این تفاوت که کارایی سایر عوامل معادل ۱۰۰ در نظر گرفته شده تا میزان کاهش کارایی ناشی از کمبود کیفیت نمایان‌تر باشد. میزان تولید برنامه‌ریزی شده نیز از تقاضای پیش‌بینی تقاضا و میزان محصول فروش نرفته محاسبه می‌شود به طوری که از ظرفیت تولید تجاوز نکرده و مقدار منفی نگیرد.

عامل میزان اضافه شدن زمان عملیات، و با توجه به این که درصد اضافه شدن به زمان عملیات با استفاده از تابع Lookup در نرم‌افزار تخمین زده شده است، از طریق حاصل ضرب سه عامل ورودی آن محاسبه می‌شود. عامل تبدیل زمان صرفاً به منظور تبدیل واحدهای زمانی میان زمان‌های تأخیر و زمان‌های تولید در مدل قرار داده شده است.

چنان که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان رضایت مشتریان دوره متأثر از عامل‌های قیمت محصول، تعداد مشتریان از دست رفته، زمان انتظار مشتریان، کیفیت محصول، میزان کیفیت خدمات و میزان تناسب کارکرد محصول با انتظارات و نیاز مشتریان است.

برای محاسبه‌ی میزان رضایت ابتدا با استفاده از رابطه‌ی ۲ مقادیر هر یک از شش عامل که با  $X$  نشان داده شده است، در بازه صفر تا ۱۰۰ تخمین زده می‌شود. به این صورت که بیشترین مقدار مؤثر برای آن‌ها معادل ۱۰۰ و کم‌ترین مقدار مؤثر معادل صفر در نظر گرفته می‌شود. منظور از مقدار مؤثر مقداری است که در صورت تجاوز از آن، نظر مشتری در رابطه با آن عامل تغییر قابل ملاحظه‌ی نمی‌کند، مثلاً در صورتی که قیمت از یک حد معینی بالاتر باشد مشتری آن کالا را از نظر قیمت کاملاً گران در نظر می‌گیرد و بالعکس.

$$\text{Min} \leq X \leq \text{Max} \Rightarrow 0 \leq 100 \times \left( \frac{X - \text{Min}}{\text{Max} - \text{Min}} \right) \leq 100 \quad (2)$$

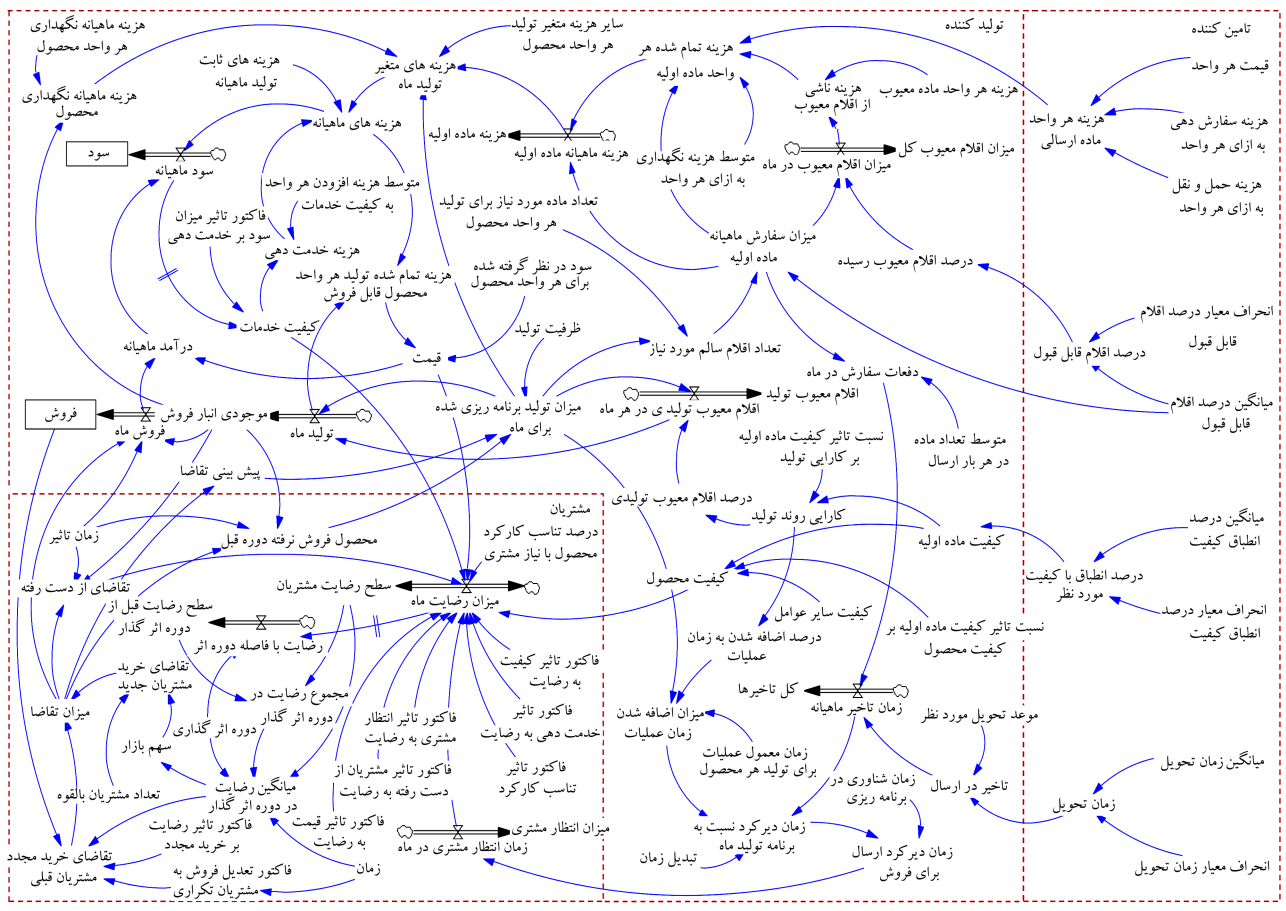
به منظور میزان تأثیر هر یک از این عوامل فاکتورهایی در نظر گرفته شده است که وزن هر عامل را بر رضایت مشتری در نظر می‌گیرد و در نهایت میزان رضایت حداکثر مقداری برابر با ۱۰۰ و حداقل مقدار ۱۰۰- واحد در هر دوره خواهد داشت که از روابط ۳ و ۴ محاسبه می‌شوند.

$$Z_{z_x} = 100 \times \left( \frac{X - \text{Min}}{\text{Max}} \right) \quad (3)$$

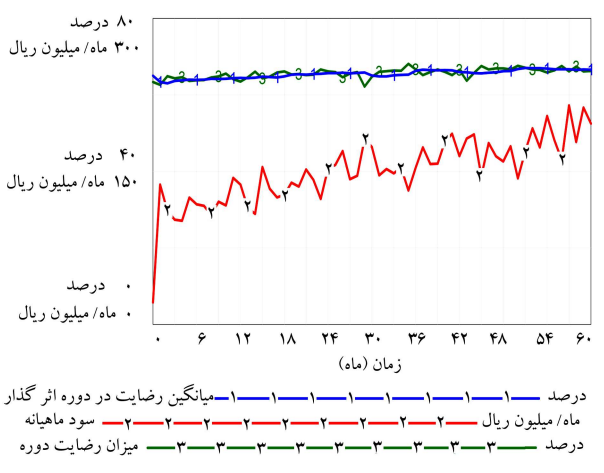
جدول ۲. عوامل مؤثر بر رضایت مشتری.

عامل	نماد عامل	نماد عامل تأثیر
قیمت محصول	P	Fp
تعداد مشتریان از دست رفته	D	Fd
زمان انتظار مشتریان	T	Ft
کیفیت محصول	Q	Fq
کیفیت خدمات	S	Fs
تناسب کارکرد محصول	A	Fa





شکل ۶. نمودار حالت و جریان مدل تحلیل تأثیر تأمین‌کننده‌ی ماده‌ی اولیه در یک واحد تولیدی.



شکل ۷. نمودارهای عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان در وضعیت پایه.



شکل ۸. نمودار تغییرات سود و رضایت ماهانه در وضعیت پایه.

شکل ۹. نمودارهای عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان در وضعیت پایه.

با توجه به عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان، روند تغییرات رضایت مشتریان به صورت نمودار شکل ۸ خواهد شد. منحنی ۳ در شکل ۸، رضایت مشتریان در هر دوره، و منحنی ۱ میانگین رضایت مشتریان در دوره‌ی اثرگذاری را نشان می‌دهد. دوره‌ی اثرگذاری ۶ ماهه در نظر گرفته شده است. چنان که مشاهده می‌شود منحنی میانگین رضایت مشتریان در دوره‌ی اثرگذاری روند هموارتری در مقایسه با رضایت مشتریان در دوره نشان می‌دهد. سود مشتریان نیز با افزایش میزان فروش

ناشی از افزایش تقاضا (شکل ۹) با نوسانات رو به رشدی همراه است. روند تغییرات خروجی‌های مدل متناسب با داده‌های ورودی یعنی سه عامل هزینه، کیفیت و زمان تحویل تأمین‌کننده و پارامترهای داخلی تولیدکننده است. به عنوان مثال به علت افزایش زمان تحویل در دوره‌های ۲۹، ۴۳ و ۵۳ سهم از بازار و تقاضای مشتریان جدید (شکل ۹)، در محدوده‌ی دوره‌ی شش ماهه (دوره‌ی اثرگذاری) کاهش مشخصی داشته است. بخش عمده‌ی نوسانات، متناسب با

جدول ۳. مقادیر عوامل ثابت و پارامتری مدل.

مقدار	عامل
۰/۱	هزینه‌ی هر واحد ماده برگشت خورده
۰/۰۵	متوسط هزینه‌ی نگه‌داری هر واحد ماده‌ی اولیه
۳	سایر هزینه‌های متغیر تولید هر واحد محصول
۳۰۰	هزینه‌های ثابت تولید ماهانه
۰/۱	هزینه‌ی ماهانه‌ی نگه‌داری هر واحد محصول نهایی
۵	هزینه‌ی هر واحد خدمت‌دهی
۱	تعداد ماده‌ی مورد نیاز برای تولید هر واحد محصول
۰/۵	سود در نظر گرفته شده برای هر واحد محصول
۱۵۰	متوسط تعداد ماده در هر بار ارسال
۷	موعد تحویل مورد نظر
۴۰۰	ظرفیت تولید
۰/۵	نسبت تأثیر کیفیت ماده‌ی اولیه به کارایی تولید
۰/۷۵	نسبت تأثیر کیفیت ماده‌ی اولیه به کیفیت محصول
۲۵۰	مقدار اولیه‌ی سطح موجودی انبار فروش
۳۰	زمان معمول عملیات برای تولید هر محصول (دقیقه)
۸۵	درصد تناسب کارکرد محصول با نیاز مشتری
۴۰۰	تعداد مشتریان بالقوه
۰/۱	عامل تأثیر رضایت بر خرید مشتریان قبلی
۱	عامل تأثیر کیفیت به رضایت
۱	عامل تأثیر خدمت‌دهی به رضایت
۲	عامل تأثیر تناسب کارکرد
۳	عامل تأثیر زمان انتظار مشتری به رضایت
۱	عامل تأثیر مشتریان از دست رفته به رضایت
۵	عامل تأثیر قیمت به رضایت
۸۰	کیفیت سایر عوامل
۲	زمان شناوری در برنامه‌ریزی (روز)
۱۰۰۰	مقدار اولیه‌ی سطح فروش
۴۰	مقدار اولیه‌ی میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری

## ۵. اعتبارسنجی مدل

اعتبارسنجی فرایندی است که به منظور کسب اطمینان از صحت و سودمندی مدل با توجه به هدف آن، انجام می‌گیرد. [۲۶] به عبارت دیگر اعتبارسنجی را می‌تواند شامل دلایلی برای انتقال اطمینان به افرادی دانست که مستقیماً درگیر ساختار مدل نیستند. [۲۷] در حالت کلی آزمون واحدی برای اعتبارسنجی مدل‌های سیستم‌های دینامیکی وجود ندارد و به منظور اطمینان بیشتر از صحت مدل باید آزمون‌های متعددی را بررسی کرد. بدین منظور سه دسته آزمون: ساختار مدل، رفتار مدل و آزمون سیاست‌ها معرفی شده است. [۲۷] مطالعات متعددی نیز برای معرفی و دسته‌بندی آزمون مدل‌های دینامیکی [۲۶، ۲۸-۳۳] ارائه شده است.

معیار اصلی به منظور اعتبارسنجی مدل سیستم‌های دینامیکی، آزمون‌های ساختاری است. طی این آزمون‌ها مجموعه روابط مورد استفاده در مدل بررسی، با فرایندهای واقعی مقایسه می‌شود. پس از این نوع آزمون‌ها، آزمون‌های رفتار مدل بررسی می‌شود. آزمون‌های رفتاری مدل تنها زمانی معنی‌دار هستند که اعتبارسنجی ساختاری مدل تأیید شده باشد. در ادامه اعتبارسنجی مدل در قالب دو قسمت اعتبارسنجی ساختاری و اعتبارسنجی رفتاری مدل، اقدام می‌شود.

### ۱.۵. اعتبارسنجی ساختاری مدل

با وجود این که تمامی آزمون‌های مدل به منظور کسب اطمینان از ساختار مدل اجرا می‌شود، مجموعه آزمون‌های ساختاری مدل به ارزیابی مستقیم ساختار و پارامترها، بدون مقایسه‌ی آن‌ها با رفتار مدل می‌پردازند. ارزیابی ساختاری مدل به معنی مقایسه‌ی ساختار یک مدل با ساختار واقعی سیستم است به طوری که ساختار مدل نباید تناقض علمی و غیر منطقی با ساختار سیستم واقعی داشته باشد. صحت ساختاری مدل را می‌توان شامل مرور فرضیه‌ها توسط افراد خبره یا مقایسه‌ی فرضیه‌های مدل با توضیحات تصمیم‌گیرنده و روابط سازمانی یافت شده در مطالعات مرتبط دانست. نمونه‌ی این آزمون‌ها عبارت‌اند از:

۱. آزمون صحت ساختاری روابط؛

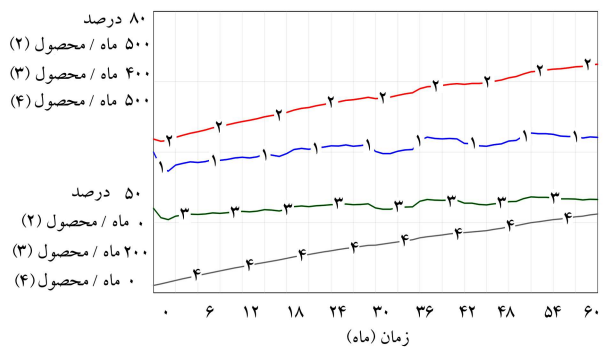
۲. آزمون صحت پارامترها؛

۳. آزمون شرایط حدی؛

۴. آزمون کفایت مرز ساختاری مدل.

مدل تحت بررسی با توجه به فرضیه‌های بیان شده، حالت عمومی یک واحد تولیدی را ارائه می‌کند و سعی شده عوامل ارائه شده در مدل مفهومی سیستم، برگرفته از ساختارهای مرجع و منطقی عمومی این حوزه باشند. به منظور میزان تأثیر برخی از عامل‌ها از پارامترهایی با نام عامل تأثیر کمک گرفته شده که می‌توانند در حالت‌های مورد بررسی از سیستم واقعی برآورد شوند.

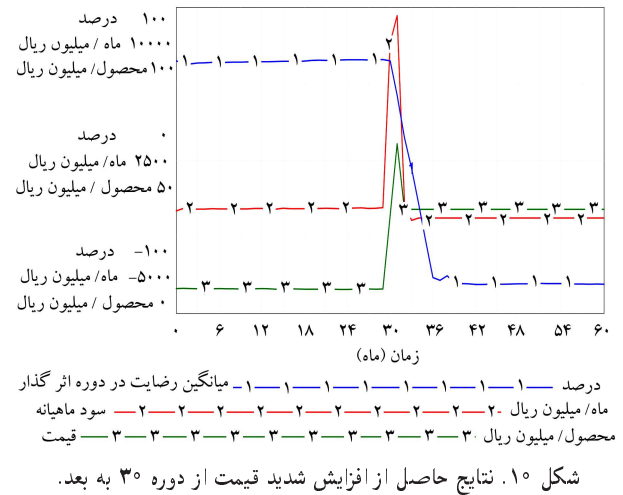
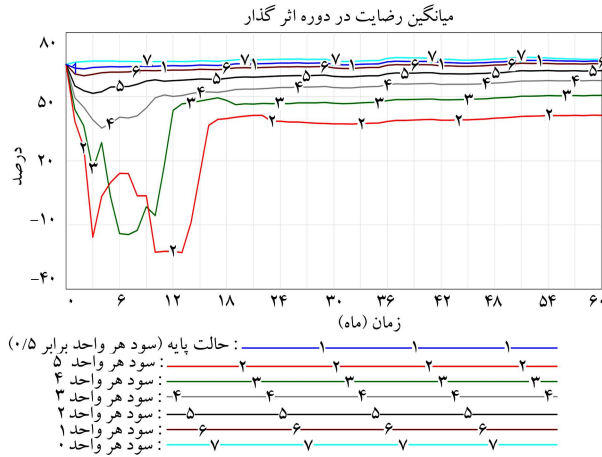
با بررسی آزمون شرایط حدی و مشاهده‌ی خروجی آن که با افزایش یا کاهش برجسته‌ی در مقادیر برخی از پارامترها یا عوامل مدل، خروجی منطقی مشاهده می‌شود. به عنوان مثال چنان که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، با افزایش شدید قیمت از دوره‌ی ۳۰ به بعد، طی چند دوره رضایت مشتریان منفی شده و تقاضا به



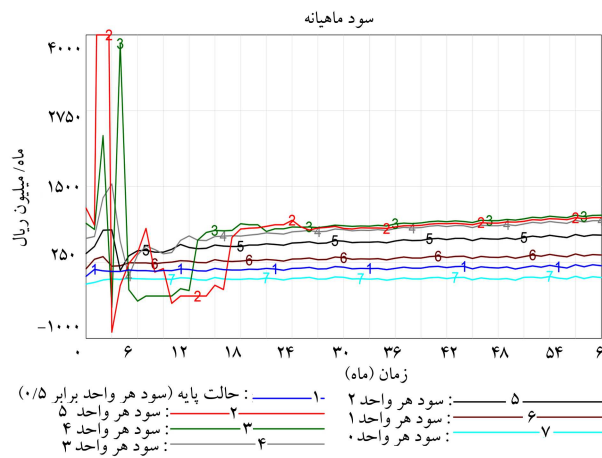
شکل ۹. نمودارهای تقاضا در وضعیت پایه.

جدول ۴. مقادیر پارامترهای ورودی تأمین‌کننده.

معیار زمان تحویل		معیار کیفیت (%)				معیار هزینه		
(روز)		انطباق کیفیت		اقدام قابل قبول		(میلیون ریال به ازای هر واحد)		
انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	هزینه حمل و نقل	هزینه سفارش	قیمت
۱	۵٫۵	۳	۸۵	۰٫۹	۹۶٫۱	۰٫۴۱	۰٫۱۹	۲٫۴



شکل ۱۱. تأثیر تغییرات عامل سود در نظر گرفته شده برای هر محصول بر رضایت دوره.



شکل ۱۲. تأثیر تغییرات عامل سود در نظر گرفته شده برای هر محصول بر سود دوره.

تحلیل حساسیت رفتار مدل به بررسی رفتار مدل با روند تغییر در مقدار پارامترهای مختلف می‌پردازد. در ادامه رفتار مدل با تغییر برخی از پارامترها بررسی می‌شود.

- سود در نظر گرفته شده برای هر واحد محصول: از جمله پارامترهای مهم برای تولیدکننده تعیین میزان سود هر واحد محصول است. این میزان باید به‌گونه‌یی تعیین شود که تولیدکننده را در جهت میزان سود بهینه با توجه به اثرات ناشی از آن برساند. شکل‌های ۱۱ و ۱۲ میزان تغییرات این پارامتر را برای مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و در مقایسه با حالت پایه که مقداری برابر با ۰٫۵ واحد پولی داشته است نشان می‌دهند.

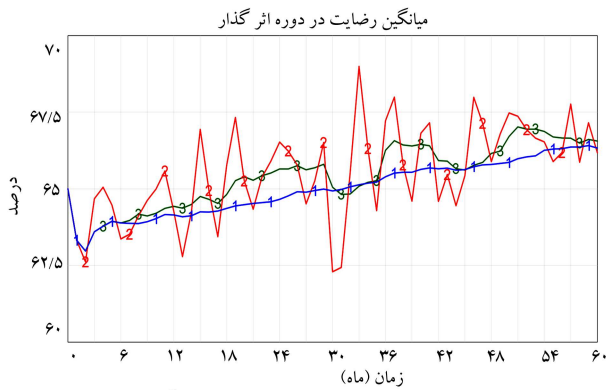
## ۲.۵. اعتبارسنجی رفتاری مدل

ارزیابی رفتار مدل، از طریق بررسی رفتار مشاهده شده از خروجی ساختار تأیید شده مدل صورت می‌گیرد. از جمله آزمون‌های ارائه شده به منظور بررسی اعتبارسنجی رفتار مدل می‌توان اشاره داشت به:

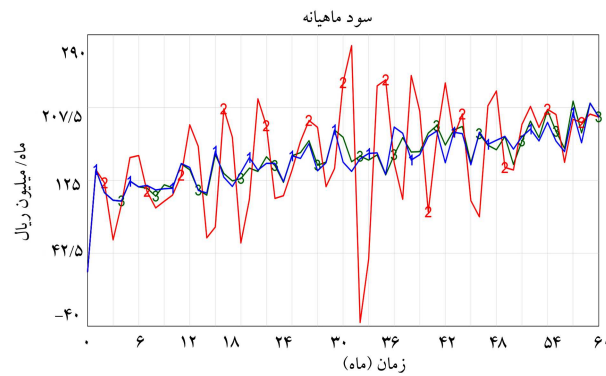
۱. آزمون پیش‌بینی رفتار مدل؛

۲. آزمون تحلیل حساسیت رفتار مدل.

در آزمون پیش‌بینی رفتار مدل می‌توان الگوی رفتار مدل را با میزان انتظار از الگوی رفتاری سیستم مقایسه کرد یا با انجام تغییراتی الگوی رفتاری مدل را مشاهده کرد. آزمون



شکل ۱۳. تأثیر تغییرات عامل دوره‌ی اثرگذاری بر میانگین رضایت.  
 دوره اثرگذاری ۲۴ ماه: —۱—۱—۱—۱—۱—۱—۱—۱—  
 دوره اثرگذاری ۱ ماه: —۲—۲—۲—۲—۲—۲—۲—۲—  
 حالت پایه (دوره اثرگذاری ۶ ماه): —۳—۳—۳—۳—۳—۳—۳—۳—



شکل ۱۴. تأثیر تغییرات عامل دوره‌ی اثرگذاری بر سود.  
 دوره اثرگذاری ۲۴ ماه: —۱—۱—۱—۱—۱—۱—۱—۱—  
 دوره اثرگذاری ۱ ماه: —۲—۲—۲—۲—۲—۲—۲—۲—  
 حالت پایه (دوره اثرگذاری ۶ ماه): —۳—۳—۳—۳—۳—۳—۳—۳—

• زمان شناوری در برنامه‌ریزی: تغییر این عامل میزان تأثیر تأخیرها در برنامه‌ریزی را تغییر می‌دهد. به طوری که ممکن است با در نظر گرفتن زمان شناوری زیاد، دیگر تأخیری در ارسال به مشتریان به وجود نیاید. به طوری که معیار زمان تحویل تأمین‌کنندگان بر رضایت مشتریان تأثیری نداشته و صرفاً بر مسائل داخلی تولیدکننده و نحوه‌ی برنامه‌ریزی آن تأثیر خواهد داشت.

## ۶. استفاده از مدل دینامیکی در انتخاب سیاست مناسب

در این بخش به منظور انتخاب تأمین‌کننده‌ی مناسب، ابتدا سناریوهایی در این رابطه شبیه‌سازی شده است. هرکدام از این سناریوها نشان‌گر یک تأمین‌کننده است، که امکان همکاری بالقوه تا قبل از اجرای مدل با آنها وجود دارد. مقادیر پارامترهای ورودی هزینه، کیفیت و زمان تحویل مربوط به هرکدام از این سناریوها در جدول ۵ آورده شده است. سناریو اول حالت میناست و سناریوهای دوم و سوم با این حالت مقایسه می‌شود. در سناریو دوم مقادیر پارامترهای ورودی هزینه و کیفیت کم‌تر از حالت مینا و مقدار پارامتر زمان تحویل بیشتر از حالت مینا در نظر گرفته شده است. این موضوع برای سناریو سوم برعکس است، یعنی مقادیر پارامترهای ورودی هزینه و کیفیت بیشتر از حالت مینا و مقدار پارامتر زمان تحویل کم‌تر از حالت میناست. حال پس از اجرای سناریوها با استفاده از روش سیستم‌های دینامیکی و پارامترهای

با افزایش این میزان چنان که در شکل مشاهده می‌شود، میزان سطح رضایت کاهش یافته است و در نتیجه میزان تقاضا نیز کاهش خواهد یافت. از طرف دیگر با توجه به شکل ۱۲، میزان سود با افزایش قیمت، پس از گذر از حالت گذار، با افزودن میزان سود در نظر گرفته شده برای هر واحد محصول تا مقدار ۴ واحد، افزایش نسبی سود را نشان می‌دهد. اما با مقدار ۵ واحد، از میزان سود کاسته شده است و از آن به بعد با افزایش مقدار سود در نظر گرفته شده، شاهد روند نزولی سود در طولانی‌مدت خواهیم بود.

• ظرفیت تولید: با کاهش ظرفیت تولید در صورت وجود تقاضای بیشتر از آن همواره به میزان ظرفیت تولید، برنامه‌ریزی خواهد شد. افزایش ظرفیت تولید تا زمانی که براساس پیش‌بینی، تقاضا وجود داشته باشد میزان تولید نیز افزایش خواهد داشت. البته افزایش ظرفیت تولید باید در مقابل هزینه‌های ناشی از آن که می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های ثابت و متغیر شود، بررسی شود.

• هزینه‌های مواد اولیه معیوب: افزایش چنین هزینه‌هایی که ممکن است ناشی از هزینه‌های بازرسی، زمان صرف شده، اطلاع‌رسانی و مذاکره با تأمین‌کننده و هزینه‌های برگشت کالا باشد بنا بر میزان تعداد ارقام معیوب، هزینه‌های تمام شده برای مواد اولیه را افزایش خواهد داد که با تغییر عامل سایر هزینه‌های متغیر تولید می‌توان تأثیر هزینه‌های این ماده‌ی اولیه را بر هزینه‌ها کاهش داد.

• نسبت تأثیر کیفیت ماده‌ی اولیه بر کارایی روند تولید: این پارامتر میزان تأثیرگذاری کیفیت ماده‌ی اولیه بر کارایی یا تسهیل در روند تولید را تعیین می‌کند که بنا بر نوع ماده‌ی اولیه و میزان تأثیرگذاری آن در تولید معین می‌شود. با افزایش این نسبت، تأثیر کیفیت ماده‌ی اولیه بر کارایی روند تولید افزوده می‌شود. به طوری که در صورت پایین بودن کیفیت ماده‌ی اولیه میزان ارقام معیوب تولیدی افزوده خواهد شد و هزینه‌ها را به دلیل هزینه‌های صرف شده برای تهیه و تولید آن افزایش خواهد داد. از طرف دیگر زمان صرف شده برای تولید را افزایش داده و می‌تواند منجر به کاهش رضایت مشتریان به علت منتظر ماندن آن‌ها شود.

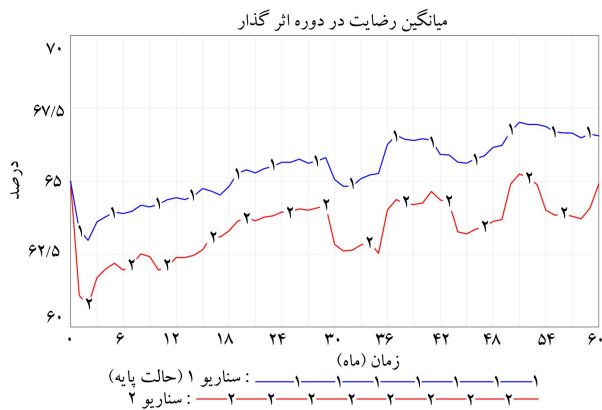
• تأثیر عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان: تغییر این عوامل منجر به تغییر در میزان تأثیر عامل مربوط به آن عامل بر رضایت مشتریان می‌شود. به عنوان مثال مقدار ۱۰ برای عامل قیمت و ۱ برای عامل زمان انتظار منجر به تأثیرپذیری عامل رضایت از قیمت به اندازه‌ی ۱۰ برابر عامل زمان انتظار می‌شود.

• دوره‌ی اثرگذاری: با افزایش تعداد دوره‌های اثرگذاری، تأثیر دوره‌های قبلی بر رضایت در نظر گرفته می‌شود. اگر این مقدار را برابر ۱ در نظر بگیریم، میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری همان میزان رضایت دوره را خواهد داشت و تغییرات تقاضا صرفاً متأثر از رضایت همان دوره خواهد بود. بدین معنی که مشتریان واکنش سریع‌تری نسبت به تغییرات صورت گرفته از طرف تولیدکننده نشان می‌دهند. شکل‌های ۱۳ و ۱۴ مقدار میانگین رضایت در دوره‌ی اثرگذاری و سود ماهانه را برای مقادیر دوره‌ی اثرگذاری ۱ و ۲۴ ماهه در مقایسه با حالت پایه (۶ ماهه) نشان می‌دهند.

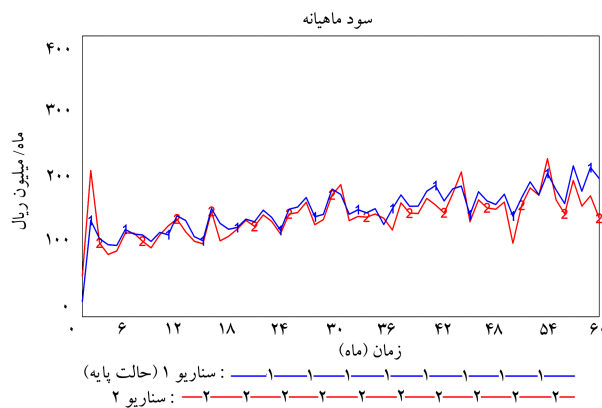
چنان که مشاهده می‌شود دوره‌ی اثرگذاری طولانی‌تر، اگرچه باید مقدار بهینه‌ی آن مورد بررسی قرار گیرد، روند یکنواخت‌تری را در مقایسه با دوره‌ی اثرگذاری کم‌تر نشان می‌دهد.

جدول ۵. مقادیر پارامترهای ورودی تأمین‌کنندگان.

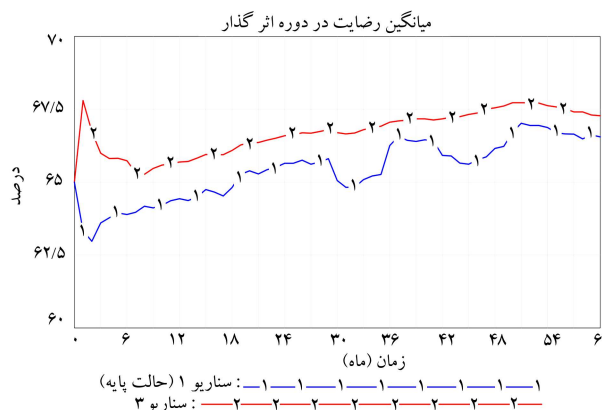
سناریو	معیار هزینه		معیار کیفیت (%)			
	(میلیون ریال به ازای هر واحد)		انطباق کیفیت		اقلام قابل قبول	
	هزینه حمل و نقل	هزینه سفارش	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
۱	۲٫۴	۰٫۱۹	۳	۸۵	۰٫۹	۹۶٫۱
۲	۲٫۲	۰٫۱۵	۲	۷۵	۰٫۵	۹۵
۳	۲٫۶	۰٫۳	۱	۹۸	۰٫۵	۹۸



شکل ۱۵. مقایسه‌ی رضایت مشتریان سناریو ۱ و ۲.



شکل ۱۶. مقایسه‌ی سود سناریو ۱ و ۲.



شکل ۱۷. مقایسه‌ی رضایت مشتریان سناریو ۱، ۲ و ۳.

ورودی، نتایج حاصل از اجرای آن‌ها به دست آمده است. این نتایج براساس دو معیار خروجی (متغیرهای تصمیم‌گیری) سود و میزان رضایت‌مندی مشتریان با یکدیگر مقایسه شده‌اند. بر این اساس هر سناریو، یا به عبارتی هر تأمین‌کننده‌ی که نتایج مناسب‌تری با توجه به معیارهای خروجی سود و رضایت‌مندی مشتری، نسبت به سناریو پایه دارد، برای همکاری با تولیدکننده انتخاب می‌شود.

### ۱.۶. سناریو ۱

در صورت ادامه‌ی همکاری تولیدکننده با تأمین‌کننده‌ی فعلی، با توجه به نتایج حاصل از آن در شکل‌های ۷ تا ۹، به‌طور کلی شاهد روند رو به رشد آن طی دوره‌های مطالعه‌شده خواهیم بود، به‌طوری‌که افزایش تقاضا و میزان تولید از هزینه‌ی تمام‌شده کاسته و کاهش نسبی قیمت را در پی داشته است. کاهش قیمت نیز منجر به افزایش رضایت مشتریان شده است. به‌منظور بررسی تغییر رفتارهایی که بتواند روند را بهتر از وضعیت فعلی کند می‌توان به تحلیل تغییر پارامترهای مربوط به سطوح داخلی تولیدکننده و مشتریان پرداخت و سیاست مناسب را انتخاب کرد. با توجه به وجود مشتریان از دست رفته، از جمله سیاست‌های مناسب می‌تواند انتخاب روشی مناسب برای پیش‌بینی تقاضا باشد.

همچنین از پارامترهایی که می‌تواند منجر به بهبود شود، چنان که در قسمت تحلیل حساسیت مطرح شد، انتخاب مناسب مقدار سود در نظر گرفته شده برای هر واحد محصول به‌گونه‌ی است که بتواند در مقایسه با تأثیرات آن بر رضایت مشتریان مناسب باشد. با توجه به نتایج نشان داده شده در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ افزایش این مقدار به یک واحد می‌تواند در شرایط فعلی برای تولیدکننده مناسب باشد.

### ۲.۶. سناریو ۲

با اجرای شبیه‌سازی داده‌های سناریو ۲، نتایج حاصل از آن در مقایسه با حالت پایه، در شکل‌های ۱۵ و ۱۶ نشان داده شده است. مناسب نبودن عامل‌های کیفیت و زمان تحویل بر عامل کم‌تر بودن هزینه غالب بوده و منجر به کاهش رضایت مشتریان در حدود ۲ درصد شده است.

در بررسی تأمین‌کننده‌ی با هزینه‌ی کم‌تر، کیفیت پایین‌تر و زمان تحویل بیشتر، متناسب با میزان فاصله‌ی مقادیر معیارها از مقادیر تأمین‌کننده‌ی فعلی می‌تواند نتایج متفاوتی داشته باشد. سود ماهانه نیز با کاهش تقاضای مشتریان به علت کاهش رضایت آن‌ها (شکل ۱۶) با اندکی کاهش در اکثر دوره‌ها همراه است.

### ۳.۶. سناریو ۳

نتایج حاصل از این سناریو در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ در مقایسه با حالت پایه نشان

افزایش هزینه غالب بوده است. سود حاصل از فروش محصولات در هر دوره نیز در بیشتر دوره‌ها با اندکی افزایش همراه است.

**انتخاب سیاست مناسب:** به منظور انتخاب سیاست مناسب با مقایسه‌ی سه سناریو ارائه شده و با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل، مشاهده می‌شود که تغییر تأمین‌کننده به تأمین‌کننده‌ی با داده‌های سناریو ۲ نتایج مناسب‌تری در مقایسه با وضعیت فعلی ایجاد نمی‌کند. از طرف دیگر، با وجود این که ادامه همکاری با تأمین‌کننده‌ی فعلی روند مناسبی دارد، با انتخاب تأمین‌کننده‌ی سناریو ۳ می‌توان به نتایج بهتری با توجه به ثابت بودن سایر شرایط دست یافت. زیرا رضایت مشتریان ناشی از افزایش کیفیت و کاهش زمان انتظار توانسته سود مناسبی برای تولیدکننده در بر داشته باشد. در شکل‌های ۱۹ و ۲۰ نتایج حاصل از میانگین رضایت مشتریان و سطح سود مربوط به سه سناریو ارائه شده است. چنان که داده‌های ورودی این مدل می‌تواند طیف وسیعی از مقادیر را داشته باشد خروجی آن نیز به علت پیوسته بودن فضای خروجی می‌تواند نتایج متفاوتی در بر داشته باشد.

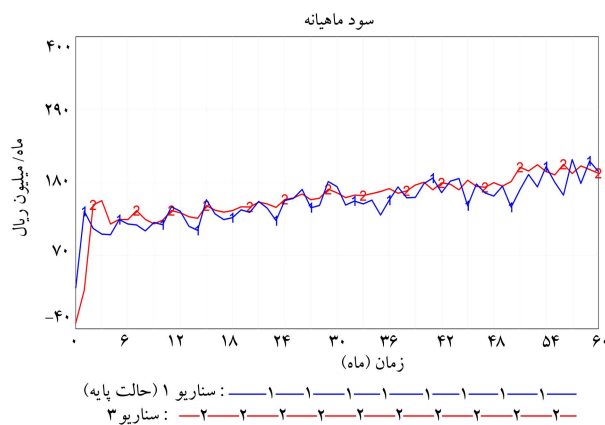
## ۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله به منظور بررسی تأثیر انتخاب یک تأمین‌کننده بر عوامل مؤثر در سازمان از روش تجزیه و تحلیل دینامیکی استفاده شد. معیارهای مورد توجه در ارزیابی تأمین‌کنندگان در این مدل براساس سه عامل هزینه، کیفیت و زمان تحویل تأمین‌کننده بود که دو معیار کیفیت و زمان تحویل به عنوان مقادیر احتمالی به عنوان ورودی‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند. مدل به گونه‌ی ارائه شده که بتواند تا حدودی نشان‌گر تأثیر عوامل ناشی از تأمین‌کننده بر عوامل مختلف تولید -- نظیر کیفیت محصول تولیدی، زمان‌های تحویل، هزینه‌های تولید، برنامه‌ی تولید، سطح موجودی، رضایت مشتریان، قیمت‌گذاری، تقاضا و فروش در یک واحد تولیدی -- باشد.

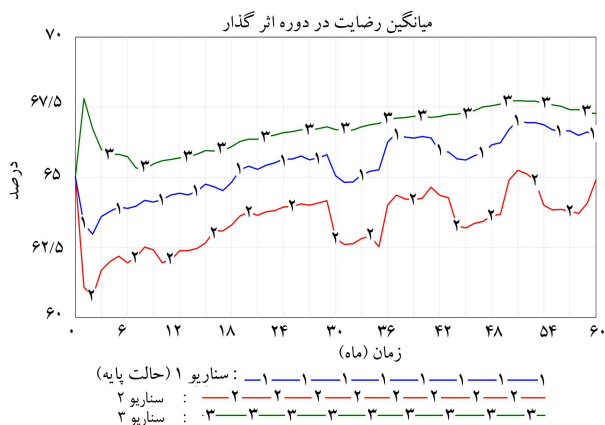
اعتبارسنجی مدل در دو قسمت اعتبارسنجی ساختاری و رفتاری مورد بررسی قرار گرفت و سپس با ارائه‌ی نمونه‌های عددی در قالب تحلیل حساسیت و سناریوها، مشاهده شد که هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری در انتخاب بر چه قسمت‌هایی از واحد تولیدی، بنا بر اهمیت ماده‌ی اولیه مورد نظر و به چه میزان تأثیرگذار خواهد بود. به عنوان مثال در صورت بالا رفتن رضایت مشتریان یا کاهش آن این میزان تا چه حد بر فروش به نسبت قیمت، تأثیرگذار بوده و بتواند سود تولیدکننده را به حد مطلوب برساند. علاوه بر این عوامل دیگری مانند کیفیت و زمان تحویل تا چه میزان بر روند عملکرد تولیدکننده در دوره‌های زمانی مختلف اثرگذارند و بر میزان هزینه‌ها، کیفیت، کارایی تولید، برآورده کردن انتظارات مشتریان و در نهایت فروش و سود آن با توجه به عوامل مدل اثرگذار باشند.

از جمله ایده‌های جدید مطرح شده در این مقاله ارائه‌ی روش مبتنی بر سیستم‌های دینامیکی است که به جای انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از یک سری داده‌های خام -- همچون کیفیت، هزینه، زمان تحویل -- پس از پردازش آن‌ها با توجه به عوامل داخلی سازمان براساس معیارهای نهایی همچون سود و رضایت مشتریان چنین انتخابی صورت گیرد.

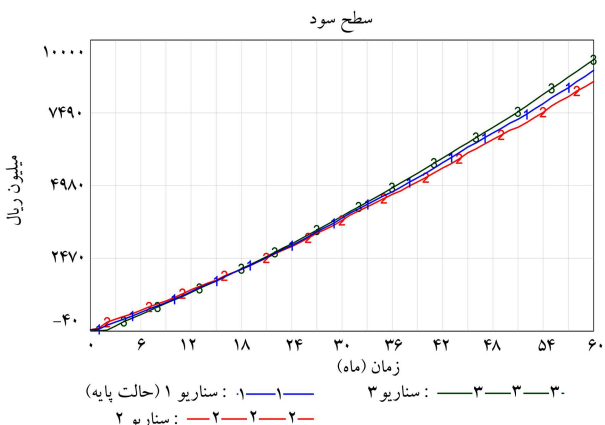
با به کارگیری این مدل تصمیم‌گیرنده می‌تواند با توجه به معیارهای نهایی خود، از نظر رضایت مشتریان، میزان سود یا غیره، تأمین‌کننده‌ی مناسب را انتخاب کند به طوری که در دوره‌های زمانی مختلف نتایج مناسبی داشته باشد.



شکل ۱۸. مقایسه‌ی سود سناریو ۱ و ۳.



شکل ۱۹. مقایسه‌ی رضایت مشتریان سناریوهای ۱، ۲، و ۳.



شکل ۲۰. مقایسه‌ی سطح سود سناریوهای ۱، ۲، و ۳.

داده شده است. با انتخاب چنین تأمین‌کننده‌ی روند منحنی رضایت مشتریان با افزایشی در حدود ۲ درصد در مقایسه با حالت پایه همراه است. به منظور مقایسه‌ی تأمین‌کننده‌ی با هزینه‌ی بیشتر، کیفیت بالاتر و زمان تحویل کم‌تر در شرایط فعلی تولیدکننده، باید تأثیر چنین عواملی بر عوامل مورد توجه تصمیم‌گیرنده در مقایسه با وضعیت فعلی مورد بررسی قرار گیرد.

بالا بودن کیفیت و کم‌تر بودن معیار زمان تحویل در این تأمین‌کننده بر عامل

پانوشته‌ها

1. casual loop diagram
2. Lewis, H.
3. analytic hierarchy process
4. goal programming
5. Forrester

منابع (References)

1. Masi, D., Micheli, G.J.L. and Cagno, E. "A meta-model for choosing a supplier selection technique within an EPC company", *Journal of Purchasing & Supply Management*, **19**(1), pp.5-15 (2012).
2. Ghodyspour, S.H. and O'Brien, C. "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint", *International Journal of Production Economics*, **73**, pp. 15-27 (2001).
3. Zhang, D., Zhang, J., Lai, K. and Lu, Y. "A novel approach to supplier selection based on vague sets group decision", *Expert Systems with Applications*, **36**, pp. 9557-9563 (2009).
4. Wang, G., Huang, S.H. and Dismukes, J.P. "Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision making methodology", *International Journal of Production Economics*, **91**(1), pp. 1-15 (2004).
5. Dick, A. and Basu, K. "Customer loyalty: Toward an integrated conceptual framework" *Journal of Marketing Science*, **22**(2) , pp. 99-113 (1994).
6. Sarimveisa, H., Patrinos, P., Tarantilis, C.D. and Kiranoudis, C.T. "Dynamic modeling and control of supply chain systems: A review", *Computers & Operations Research*, **35**, pp. 3530-3561 (2008).
7. Zouggar, A. and Benyoucef, L. "Simulation based fuzzy TOPSIS approach for group multi-criteria supplier Selection problem", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, **25**, pp. 507-519 (2012).
8. Karpak, B., Kumcu, E. and Kasuganti, R.R. "Purchasing materials in the supply chain: Managing a multi-objective task", *European Journal of Purchasing & Supply Management*, **7**(3), pp. 209-216 (2001).
9. Dickson, G.W. "An analysis of vendor selection systems and decisions", *Journal of Purchasing*, **2**(1), pp. 5-17 (1966).
10. Choy, K.L., Lee, W.B. and Lo, V. "Design of an intelligent supplier relationship management system: A hybrid case based neural network approach", *Expert Systems with Applications*, **24**(2) , pp. 225-237 (2003).
11. Humphreys, P.K., Wong, Y.K. and Chan, F.T.S. "Integrating environmental criteria into the supplier selection process", *Journal of Materials Processing Technology*, **138**(1-3), pp. 349-356 (2003).
12. Franklin, L. and Hai, H.L. "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier", *International Journal of Production Economics*, **97**(3) pp. 308-317 (2005).
13. Guneri, A.F., Yucel, A. and Ayyildiz, G. "An integrated fuzzy-lp approach for a supplier selection problem in supply chain management", *Expert Systems with Applications*, **36**, pp. 9223-9228 (2009).
14. Ferreira, L. and Borenstein, D. "A fuzzy-Bayesian model for supplier selection", *Expert Systems with Applications*, **39**, pp. 7834-7844 (2012).
15. Amid, A. Ghodyspour, S.H. and O'Brien, C. "A weighted max-min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain", *Int. J. Production Economics*, **131**, pp. 139-145 (2010).
16. Ho, W., Xu, X. and Dey, P.K. "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review", *European Journal of Operational Research*, **202**, pp. 16-24 (2010).
17. Vlachos, D., Georgiadis, P. and Iakovou, E. "A system dynamics model for dynamic capacity planning of re-manufacturing in closed-loop supply chains", *Computers & Operations Research*, **34**, pp. 367-394 (2007).
18. Hamiddizadeh, M.R., *System dynamics*, Shahid Beheshti University press (in Persian)(2000).
19. Reiner, G. "Customer-oriented improvement and evaluation of supply chain processes supported by simulation models" *Int. J. Production Economics*, **96**, pp. 381-395 (2005).
20. Kumar, S. and Nigmatullin, A. " A system dynamics analysis of food supply chains – Case study with non-perishable products", *Simulation Modeling Practice and Theory*, **19**, pp. 2151-2168 (2011).
21. Afshar Kazemi, M.A., Toloie Eshlaghy, A. and Tavassoli, S. "Developing the product strategy via product life cycle simulation according to the system dynamics approach" *Applied Mathematical Sciences*, **5**(17), pp. 845-862 (2011).
22. Chan, S.L. and Ip, W.H. "A dynamic decision support system to predict the value of customer for new product development", *Decision Support Systems*, **52**, pp. 178-188 (2011).
23. Kumar, M., Vrat P. and Shankar, R. "A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain", *Computers & Industrial Engineering*, **46**(1), pp. 69-85 (2004).
24. Verma, R. and Pullman, M.E. "An analysis of the supplier selection process", *International Journal of Management Science*, **26**(6), pp. 739-750 (1998).
25. Yeon, S.J., Park, S.H. and Kim, S.W. "A dynamic diffusion model for managing customer's expectation and satisfaction", *Technological Forecasting and Social Change*, **73**(6), pp. 648-665 (2006).
26. Barlas, Y. "Model validation in system dynamics", In: Wolstenholme, E., Monaghan, C. (Eds.), *Proceedings of the 1994 International System Dynamics Conference*, System Dynamics Society, Sterling, Scotland, pp. 1-10 (1994).
27. Forrester, J.W. and Senge, P.M. "Tests for building confidence in system dynamics models", *Time studies in the Management Science*, **14**, pp. 209-228 (1980).

28. Barlas, Y. and Carpenter, S. "Philosophical roots of model validation: Two paradigms", *System Dynamics Review*, **6**(2), pp. 148-166 (1990).
29. Kleijnen, J.P.C. "Theory and methodology verification and validation of simulation models", *European Journal of Operational Research*, **82**, pp. 145-162 (1995).
30. Dijkum, C.V., Tombe, D.D. and Kuijk, E.V. "Validation of simulation models", Amsterdam: SISWO (SISWO Publication 403), 1998 / 1999, ISBN-90-676-152-2 (1999).
31. Oliva, R. "Model calibration as a testing strategy for system dynamics models", *European Journal of Operational Research*, **151**(3), pp. 552-568 (2003).
32. Qudrat-Ullah, H. and Seong, B.S. "How to do structural validity of a system dynamics type simulation model: The case of an energy policy model", *Energy Policy*, **38**, pp. 2216-2224 (2010).
33. Saleh, M., Oliva, R., Kampmann, C.E. and Davidsen, P.I. "A comprehensive analytical approach for policy analysis of system dynamics models", *European Journal of Operational Research*, **203**, pp. 673-683 (2010).

مجله علمی مدیریت سیستم‌ها  
 Scientific Journal of System Management  
 Volume 12, Number 1, Spring 2014  
 ISSN: 2008-3889