

به کارگیری تکنیک پویایی سیستم به منظور مدل سازی عملکرد زنجیره تأمین

Applying system dynamics technique to model supply chain performance

چکیده

پیچیدگی کالاها و خدمات در دنیای امروز باعث شده است شرکت‌های منفرد که کمک و همکاری دیگر سازمان‌ها را همراه خود ندارند، برای بقای خویش با مشکلاتی بسیاری روبرو شوند. به همین منظور سازمان‌ها دریافته‌اند که اگر با یکدیگر همکاری داشته باشند، مجموع منافعی که عاید آن‌ها می‌شود بیش از حالتی است که هر یک فعالیت خود را بدون هماهنگی با سازمان‌های مرتبط انجام دهند. این پژوهش به طراحی یک مدل پویایی سیستم با استفاده از ایجاد نمودار علی و معلولی، به افزایش عملکرد زنجیره تأمین با تأکید بر شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری پرداخته است. هدف این مدل‌سازی کاهش هزینه، زمان و افزایش سطح رضایتمندی مشتری‌ها با لحاظ کردن شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری، می‌باشد. در راستای رسیدن به این مهم ابتدا به معرفی مفاهیم مورد استفاده پرداخته شده سپس با استفاده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان حوزه، شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته است. سپس با تعیین روابط علل و معلولی میان متغیرها، مدل ساخته شد و در نهایت با طراحی سناریوهای مختلف، نتیجه‌ها نشان داد که چابکی و انعطاف‌پذیری، به تنهایی و مطلقاً نمی‌تواند سودآوری داشته باشد و این نتیجه‌ها مشخص کرده است که برای افزایش سودآوری نباید چابکی و انعطاف‌پذیری را به بالاترین سطح رساند بلکه باید به دنبال نقطه بهینه آن بود، در نهایت سطح بهینه‌ای از چابکی و انعطاف‌پذیری تخمین زده شده است.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین، پویایی سیستم، چابکی، انعطاف‌پذیری

نوع مقاله: پژوهشی

مرتضی عطیفه*

کارشناسی ارشد، مهندس صنایع گرایش بهینه سازی، کارشناس راهبرد شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک، تهران، ایران، شماره تماس: ۰۹۱۲۴۴۳۶۶۱۰

* عهده دار مکاتبات:

n.atife56@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۳۰

مقدمه

رقابت بی‌امان در بازارهای جهانی امروزی، عرضه‌ی فرآورده‌های تازه با حضور کوتاه در بازار و اوج گرفتن انتظارات مشتری‌ها، بنگاه‌های کسب و کار را به سرمایه‌گذاری و تمرکز بر زنجیره‌های عرضه‌ی خود وادار کرده است. رقابت در کسب و کار امروز دیگر میان تک‌تک شرکت‌ها نیست بلکه میان زنجیره‌های تأمین اتفاق می‌افتد. مدیریت زنجیره تأمین به ابزاری راهبردی برای شرکت‌ها تبدیل شده است تا بتوانند کیفیت را مدیریت کنند، مشتری‌ها را راضی نگاه دارند و با توان رقابتی باقی بمانند. به جرأت می‌توان گفت بهترین راه نظم بخشیدن به واکنش‌های صحیح و سریع مسایل مربوط به سیستم‌ها، ثبت و بررسی نقطه‌های مهم عملکردی آنها به شکل سناریویی از آینده است که رفتار گذشته و حال محیط سیستم را ملاک قرار می‌دهد. ثبت این سناریو نیازمند به‌کارگیری دانش و روشی است که با بهره‌گیری از نگرش سیستمی مشکل‌ها را به درستی شناسایی و در جهت حل آن‌ها سریع‌ترین و صحیح‌ترین واکنش را نشان می‌دهد. این دانش، پویایی‌های سیستم نام دارد.

مدیریت زنجیره تأمین به دنبال ایجاد اعتماد بین مراحل مختلف زنجیره، تبادل اطلاعات در مورد نیازهای بازار و توسعه‌ی فرآورده‌های جدید به شکلی که در راستای تأمین نیازهای مشتری‌ها باشد، است و سعی دارد مراحل مختلف زنجیره، رابطه بلندمدتی با هم برقرار کنند [۶۴]. "مدیریت زنجیره تأمین" دامنه وسیعی دارد که شامل: تأمین‌کنندگان جزء، تأمین‌کنندگان عمده، عملیات داخلی، مشتری‌های عمده، مشتریان جزء و مصرف‌کنندگان نهایی می‌باشند و هدف اصلی آن جلب رضایت مشتری‌های نهایی زنجیره تأمین است. ایوانف و همکاران^(۱) [۳۴] مدیریت زنجیره تأمین را مفهومی می‌دانند که از صنایع تولیدی آغاز شده است، در حقیقت اولین نشانه‌ها از مدیریت زنجیره تأمین، در سیستم تولید "JIT" شرکت تویوتا آشکار شد. این سیستم با هدف کاهش سطح موجودی و تنظیم تعاملات عرضه‌کنندگان با بخش خط تولید، به نحو مؤثر و کارآمد، ایجاد می‌شود. بعد از ظهور رویکرد مدیریت

زنجیره تأمین در صنایع خودروسازی ژاپن، به‌عنوان زیر مجموعه‌ای از سیستم تولید، تحول در فضای مفهومی مدیریت زنجیره تأمین آغاز و این مدیریت، به‌عنوان یکی از مفاهیم مستقل و اصلی در نظریه مدیریت صنعتی مطرح شد. در عمل، مدیریت زنجیره تأمین تلفیقی از قلمروهای ویژه در فضای مفهومی مدیریت، شامل: مدیریت کیفیت فراگیر، فرآیند طراحی مجدد کسب و کار و شیوه تولید درست و به موقع می‌باشد. بنابراین می‌توان زنجیره تأمین را شبکه‌ای از شرکت‌های عرضه‌کننده مواد اولیه، تولیدکننده و توزیع‌کننده دانست که فعالیت‌های خرید مواد اولیه، تبدیل این مواد به فرآورده‌های نیمه‌ساخته و نهایی و توزیع فرآورده نهایی را به مشتری‌های نهایی انجام می‌دهند.

این پژوهش با طراحی یک مدل پویایی سیستم به دنبال افزایش عملکرد زنجیره تأمین با تأکید بر شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری می‌باشد. بر همین اساس به دنبال کاهش هزینه، زمان و افزایش سطح رضایتمندی مشتری‌ها با لحاظ کردن شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری، هستیم. برای این کار، در این پژوهش، با تعریف سناریوهای مختلف، سعی در مدل‌سازی شاخص‌های تأثیرگذار بر شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین در قالب مدل علی و معلولی داریم. ابتدا مفاهیم مورد استفاده معرفی و سپس با استفاده از مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان حوزه، شاخص‌های چابکی و انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین، اهداف مهم حوزه شناسایی خواهند شد. در گام اول شاخص‌های تأثیرگذار در مطالعه‌های پیشین از قبیل سطح پاسخگویی، نیازمندی‌های مشتری، حساسیت بازار، عکس‌العمل آنی به تغییرات، انعطاف‌پذیری منبع‌یابی، انعطاف‌پذیری توزیع، انعطاف‌پذیری تولید و غیره مورد بررسی قرار خواهد گرفت، سپس تأثیر این شاخص‌ها بر زمان، هزینه و رضایتمندی مشتری بررسی می‌شود. با توجه به این اطلاعات، متغیرهای حالت (زمان، هزینه، رضایتمندی مشتری) در پویایی سیستم تعریف و راهبردها و سناریوهای مختلف طراحی می‌شود. در گام بعدی، با استفاده از

1. Ivanov

است. در ابتدای زنجیره تأمین گسترده، منبع تأمین‌کننده یا تأمین‌کننده نهایی وجود دارد. مشتری مشتری یا مشتری نهایی در انتهای زنجیره تأمین طولانی قرار دارد. سرانجام، دسته‌بندی کاملی از شرکت‌ها وجود دارد که ارائه دهنده خدمات به شرکت‌های دیگر در زنجیره تأمین هستند. اینها شرکت‌هایی هستند که در لجستیک (پشتیبانی)، امور مالی، بازاریابی و فناوری اطلاعات خدمات ارائه می‌دهند. در هر زنجیره تأمین معین، تعدادی شرکت با عملکردهای مختلف وجود دارد.

۴. چابکی زنجیره تأمین

چابکی زنجیره تأمین برای تولید یک شرکت قانونی با توجه به نیازهای مختلف مشتری ضروری است. برای اینکه شرکت بتواند در پاسخ به نیاز مشتری‌ها تولید کند، زنجیره تأمین آن باید چابک باشد، یعنی سریعاً به تقاضای فرار و چرخه‌ی عمر کوتاه فرآورده پاسخ دهد [۲۶]. چابکی زنجیره تأمین برای معرفی سریع فرآورده‌های جدید در پاسخ به تغییر نیازهای مشتری و واکنش مؤثر به تغییرها در الزام‌های تحویل، کمیت و زمان حیاتی است. به عنوان نمونه اول، زنجیره تأمین پاسخگوی Zara به این شرکت اجازه می‌دهد تا از هفته به هفته طراح‌های جدیدی را تولید و ارائه کند و آنها را فقط در مدت ۱۵ روز در دسترس فروشگاه‌های خود در سراسر جهان قرار دهد. به عنوان نمونه دوم، Seven-Eleven فروشگاه‌های خود را با طیف گسترده‌ای از فرآورده‌ها با مقدارهای مناسب در دوازده ساعت پس از سفارش مشتری، مجدداً پر می‌کند [۱۹]. چابکی در زنجیره‌های عرضه در "راهبرد زنجیره تأمین چابک" تجسم یافته است. راهبرد زنجیره تأمین چابک (ASC) راهکاری است که هدف آن پاسخ سریع و مؤثر زنجیره تأمین به تغییر نیازهای مشتری می‌باشد.

۵. زنجیره تأمین انعطاف‌پذیر

این نوع زنجیره تأمین دارای انعطاف‌پذیری عالی برای انطباق با

خروجی‌های گام اول، بر اساس افق زمانی و سناریوهای مختلف، برنامه عملیاتی برای سناریوهای به‌دست آمده، طراحی و تدوین می‌شود.

مبانی نظری

۱. زنجیره تأمین

یک زنجیره تأمین شامل کلیه مراحل مربوط به انجام مستقیم یک درخواست غیرمستقیم است. زنجیره تأمین نه تنها سازنده و تأمین‌کنندگان، بلکه حمل و نقل، انبارها، خرده‌فروشان و خود مشتری را نیز شامل می‌شود. در هر سازمان، مانند تولید کننده، زنجیره تأمین شامل کلیه عملکردهایی است که در پوشش درخواست مشتری دخیل هستند. این کارکردها شامل توسعه فرآورده جدید، بازاریابی، عملیات، توزیع، امور مالی و خدمات به مشتری‌ها نیز می‌شود [۴۸].

۲. مدیریت زنجیره تأمین

اصطلاح "مدیریت زنجیره تأمین" در اواخر دهه ۱۹۸۰ پدیدار شد و در دهه ۱۹۹۰ میلادی مورد استفاده گسترده قرار گرفت. قبل از آن زمان، از اصطلاح‌هایی مانند "تدارکات" و "مدیریت عملیات" استفاده می‌کردند [۱۲]. زنجیره تأمین، تراز شرکت‌هایی است که فرآورده‌ها یا خدمات را به بازار عرضه می‌کنند [۳۸]. می‌توان مدیریت زنجیره تأمین را به عنوان کارهایی تعریف کرد که در تأثیرگذاری بر رفتار زنجیره تأمین مؤثر باشد و نتایج مورد نظر خود را به‌دست آورد.

۳. شرکت‌کنندگان در زنجیره تأمین

در ساده‌ترین شکل، زنجیره تأمین از یک شرکت، تأمین‌کنندگان و مشتری‌های آن شرکت تشکیل شده است. این گروه اصلی شرکت‌کنندگان است که یک زنجیره تأمین ساده را ایجاد می‌کند. زنجیره‌های عرضه گسترده شامل سه نوع شرکت‌کننده دیگر

تغییر خواسته‌های مشتری و زمان کوتاه‌تر از زمان انجام کار است. معمولاً در جایی استفاده می‌شود که طیف وسیعی از فرآورده‌ها وجود دارد، دارای برخی خصوصیات اساسی است و می‌توان از همان خط تولید، تولید کرد. این امر از طریق سفارشی‌سازی انبوه حاصل می‌شود. نمونه‌ای از این نوع زنجیره تأمین توسط برخی از تولیدکنندگان تخصصی خودروهای اسپرت و شرکت‌های رایانه شخصی استفاده می‌شود [۱۰].

این زنجیره تأمین قابلیت انعطاف‌پذیری را برای مقابله با حجم زیادی از مواد دارد، اما همچنان می‌تواند با هزینه‌های کمتر و نزدیک به استفاده کامل از ظرفیت، در صورت تقاضا، کار کند. نکته اصلی برای دستیابی به این هدف، مدیریت هزینه‌ها در زنجیره تأمین و بهینه‌سازی تقسیم بین هزینه‌های ثابت و متغیر بهره‌برداری است.

پیشینه تحقیق

در مقاله [۲۳]، مروری بر ادبیات مفاهیم چابکی و انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین فراهم شده است. این تحقیق ۸۳ مقاله مروری را از طریق یک روش بررسی ساختاریافته، که براساس یک فرآیند پالایش سه مرحله‌ای انجام شده است، شناسایی کرده است. از روش‌های کاهش داده با استفاده از برنامه‌نویسی، رشته‌ها و مرور کلمات کلیدی، عنوان، چکیده و نتیجه‌گیری در جستجو استفاده شد. مقاله‌های شناسایی شده متمرکز بر چابکی سازمانی و زنجیره تأمین و انعطاف‌پذیری است. شکاف‌های اذعان شده در درک و توسعه چابکی و انعطاف‌پذیری در زنجیره‌های تأمین از نظر شکاف‌های مفهومی، متنی و روش شناختی شناسایی و دسته بندی شدند. پس از تجزیه و تحلیل شکاف، این مقاله استدلال می‌کند که ادغام روابط مؤثر با شرکای اصلی یک مکانیسم اساسی برای کاهش مشکل اتلاف کنترل است که مانع درک آکادمیک با توجه به توسعه و کاربرد قابلیت‌های چابک و انعطاف‌پذیر در زنجیره‌های تأمین شده است.

مطالعه چان^(۱) و همکاران [۹]، سعی دارد با استفاده از چشم انداز مبتنی بر منابع برای کشف پیشینه‌های مهم و پیامدهای چابکی زنجیره تأمین در هر دو سطح راهبردی و عملیاتی، این مسئله را برطرف کند. با استناد به بررسی ادبیات موجود، استدلال می‌کنند که دو عامل انعطاف‌پذیری سازمانی، انعطاف‌پذیری راهبردی و انعطاف‌پذیری تولید، مقدمات مهم تأمین چابکی زنجیره‌ای هستند. علاوه بر این، چابکی زنجیره تأمین، انعطاف‌پذیری راهبردی و انعطاف‌پذیری تولید همه از عوامل مهم در عملکرد شرکت هستند. یک چارچوب مفهومی برای استدلال‌ها از طریق یک مطالعه تجربی از متخصصان صنعت انتخاب شده تهیه شد و مورد آزمایش قرار گرفت. داده‌ها از ۱۴۱ تولیدکننده پوشاک با استفاده از مدل‌سازی معادله‌های ساختاری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند که هم انعطاف‌پذیری راهبردی و هم انعطاف‌پذیری تولید، بر چابکی زنجیره تأثیر می‌گذارد.

مطالعه کیم و چای^(۲) [۳۸]، به بررسی تأثیر نوآوری تأمین‌کننده در همکاری و چابکی زنجیره تأمین می‌پردازد. این مقاله از انتشار نظریه نوآوری استفاده می‌کند تا توضیح دهد که چگونه نوآوری تأمین‌کننده در زنجیره تأمین توزیع شده و چگونگی تأمین منابع جهانی رابطه میان نوآوری تأمین‌کننده، اشتراک اطلاعات، منابع راهبردی و چابکی زنجیره تأمین را تعدیل می‌کند. این تحقیق ۲۷۲ پاسخ پیمایشی از مدیران و مدیران تولید و خرید را در صنعت تولید بررسی می‌کند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که نوآوری تأمین‌کننده تأثیر مثبت بر تقسیم اطلاعات و چابکی زنجیره تأمین دارد اما با منابع راهبردی رابطه معناداری ندارد.

در مقاله طرفدار و قرانفله [۵۷]، تأثیر واسطه‌گری زنجیره تأمین (SC) بر رابطه بین راهبرد زنجیره تأمین چابک (ASC) و عملکرد SC بررسی شده است. در ادامه تأثیر تعدیل‌کننده قابلیت سیستم‌های اطلاعاتی (IS) برای چابکی در این رابطه واسطه‌ای بررسی شده است. با استفاده از لنزهای نظری مکمل و دیدگاه پردازش اطلاعات از زنجیره تأمین، فرض می‌شود که مشارکت

1. Chan 2. Kim & Chai

نظرسنجی از ۳۰۲ شرکت تولید اسپانیایی با استفاده از مدل سازی معادله‌های ساختاری آزمایش می‌شوند. یافته‌ها پویایی محیطی با OAC و OL همراه است و هر دو، قابلیت پویایی SCF را ایجاد می‌کنند. نویسندگان همچنین دریافتند که رابطه بین پویایی محیط زیست و SCF با هر دو قابلیت پویا به صورت واسطه است. این مطالعه به عنوان مثال با تعیین اینکه چه مزایایی برای توسعه SCF مفید است و با مشخص کردن اینکه چه توانایی‌هایی برای توسعه یک شرکت جهت هماهنگی SCF با محیط لازم است، به ادبیات کمک می‌کند. مدیران هنگام تشخیص میزان بالایی از پویایی محیط زیست، باید SCF را از طریق OAC و OL توسعه دهند.

هدف اصلی مقاله هندالیان پور و همکاران [۳۱]، تخصیص سفارش‌ها به تهیه کنندگان به شیوه چابک و انعطاف‌پذیر متناسب با صنعت خودرو است. در این مقاله، قطعه‌های تهیه شده توسط یک منبع واحد از مجموعه قطعه‌ها حذف شدند. با استفاده از ترکیب مدل سازی ریاضی برنامه ریزی آرمانی استوار و IVFRN-BWM، سعی می‌شود به نتایجی برسند که بتواند نیازهای مدل پیشنهادی را برآورده کند و با معرفی حالت‌های جدید نتایج ایده آل را ارائه دهند. این مقاله به جنبه‌های جدید موضوع می‌پردازد و با در نظر گرفتن پنج کارکرد هدف، به نتایج استوار می‌رسد. این پنج کارکرد به شرح زیر است: به حداقل رساندن اختلال در خط تولید به دلیل عملکرد تأمین‌کننده‌ها، به حداقل رساندن شکایت‌های خط تولید در مورد قطعه‌های عرضه شده، به حداقل رساندن قطعه‌های معیوب دریافت شده از تأمین کنندگان (PPM)، به حداکثر رساندن خدمات تحویل به موقع و به حداقل رساندن هزینه‌های کلی قطعه‌های عرضه شده. با مرور ادبیات، اصالت این مطالعه به شرح زیر است:

۱) شناسایی ساختار یک زنجیره تأمین (SC) به طور کلی و به خصوص در SC صنعت خودرو. ۲) بررسی روش‌های مدل‌سازی مدل‌های موجود SC برای هماهنگی همه اعضای یک فرآورده. ۳)

تهیه کننده راهبردی، ارتباط با مشتری، تعویق و عملکردهای ناب، میانجیگری رابطه بین راهبرد ASC و عملکرد SC می‌باشد. پیشتر فرض می‌شود که توانایی IS برای چابکی تعدیل هر یک از این روابط واسطه‌ای است. به صورت تجربی فرضیه‌ها را با استفاده از داده‌های نظرسنجی اعضای مدیریت ارشد و اجرایی در توابع لجستیک / زنجیره تأمین ۲۰۵ بنگاه آزمایش می‌شود. مقاله با توضیح نظری و تجربی نشان می‌دهد که چگونه شیوه‌های عملکرد SC و توانایی IS برای چابکی با هم همکاری دارند تا به تأثیر یک رابطه مثبت بین راهبرد ASC و عملکرد زنجیره تأمین بپردازند.

هدف از مقاله ملکوتی و همکاران [۴۳]، تعیین مدیریت زنجیره تأمین چابک (ASCM) در شرکت‌های کوچک و متوسط (SME) در بخش خدمات مرتبط با تولید است. این مطالعه پیشنهاد می‌کند که جهت‌گیری کارآفرینی (EO)، سبک مدیریت مشارکتی، روابط تأمین‌کننده، مدیریت منابع، روش و زمان استفاده همزمان (JIT) و استفاده از فناوری (TU) و یک رویکرد تصمیم‌گیری مدیریت مؤثر، چندین عامل محرک ASCM هستند. در مجموع ۱۹۷ پرسشنامه در بین SME ها برای آزمایش تجربی مدل پیشنهادی جمع‌آوری شد. از مدل‌سازی معادله‌های ساختاری با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی برای ارزیابی اندازه‌گیری استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که EO، روابط تأمین‌کننده، مدیریت منابع، روش JIT و TU بر ASCM تأثیر مثبت می‌گذارند در حالی که سبک مدیریت مشارکتی پیش‌بینی‌کننده‌ای برای ASCM مؤثر نیست. علاوه بر این، EO به عنوان سازنده مرتبه دوم متشکل از نوآوری، ریسک‌پذیری و پیشرو بودن شناخته شده است، و ASCM یک سازنده مرتبه اول است.

هدف از مقاله گالگو بورین^(۱) و همکاران [۲۴]، بررسی رابطه بین پویایی محیط زیست و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین (SCF) و ارزیابی این موضوع است که آیا دو قابلیت پویا، یعنی ظرفیت جذب عملیاتی (OAC) و یادگیری سازمانی (OL)، صلاحیت‌های لازم برای توسعه شرکت‌ها هستند یا خیر. روابط فرضی با داده‌های

این، جنبه‌های مربوط به شبکه‌های زنجیره تأمین و عملکرد آن‌ها وجود دارد که در آخرین بخش مقاله به عنوان حوزه آینده برای تحقیق خلاصه می‌شود.

مقاله لیو^(۳) و همکاران [۴۲]، با هدف درک نقش ویژه‌ای که انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین (SCF) می‌تواند در اتخاذ موفقیت آمیز راهبردهای عملیات سبز (GO) بر اساس شواهد و مدارک صنعت خودرو ایفا کند، ارائه داده است. با انجام یک مطالعه موردی اکتشافی با سه خودروساز، مشخص شد که راهبردهای مختلف GO نیاز به پشتیبانی از ابعاد مختلف SCF دارد. از همه مهمتر، میزان نقشی که توسط هر بعد انعطاف‌پذیری ایفا می‌شود بسته به میزان نوآوری در طرح‌های سبز، انواع ابتکارهای خرید سبز و جهت‌گیری راهبردی طرح‌های تولید سبز در حال اتخاذ است. مطالعه‌های موردی این مقاله با شناسایی ساختارهای اساسی نظری و نشانگر تعامل لایه پایینی آن‌ها به روشی منظم، در درک نظری از روابط پیچیده SCF-GO کمک می‌کند. در عمل، یافته‌ها ممکن است به مدیران کمک کند تا ارزیابی کنند که کدام ابعاد SCF می‌تواند به طور چشمگیری در تلاش‌های ویژه GO خود نقش داشته باشد، و سپس برنامه ریزی، توسعه، و انعطاف‌پذیری مربوطه را برای پشتیبانی از نتایج سودمند برنامه ریزی کند. این مطالعه با روشن شدن تأثیرات چند بعدی SCF در GO به ادبیات OM کمک می‌کند.

تجزیه و تحلیل میانجی‌گری، محققان و متخصصان مدیریت زنجیره تأمین را قادر می‌سازد تا مرزهای دانش فعلی خود را با بررسی این که چگونه، چه زمانی، و چرا ارتباط ناب، چابک، انعطاف‌پذیر و سبز برای توانایی‌ها، پایداری و عملکرد رخ می‌دهند، گسترش دهند. با این حال، تنها تعداد محدودی از مطالعه‌های به دلیل پیچیدگی‌های مربوط به اجرای آن‌ها، این مسأله را مورد بررسی قرار داده‌اند. مقاله القوداح و همکاران [۲]، داده‌های اولیه در مورد توانایی‌ها، پایداری و عملکرد در زمینه‌های زنجیره تأمین یک مدل دقیق را ارائه می‌دهد. همچنین مرور گسترده‌ای از مقاله‌ها

ساختن مدل ترکیبی از IVFRN-BWM و یک هدف قوی که در یک وضعیت زنجیره تأمین چابک و انعطاف‌پذیر در یک وضعیت نامشخص برنامه ریزی می‌کند. (۴) شناسایی سناریوها / موارد مناسب، برای آزمایش مدل‌های پیشنهادی برای اعتبارسنجی مدل‌ها.

این مقاله به تصمیم‌گیرندگان و مدیران کمک می‌کند تا بهترین تأمین‌کنندگان را انتخاب کنند و همچنین تعداد مناسب قطعه‌ها را بر اساس یک وضعیت واقعی هر بنگاه به آن تأمین‌کننده (ها) اختصاص دهند.

در مقاله شکاریان و همکاران [۵۳]، به بررسی اثر انعطاف‌پذیری و چابکی در بهبود پاسخگویی زنجیره تأمین پرداخته می‌شود. زنجیره تأمین با چندین سایت، کانال‌های حمل و نقل چندگانه و برنامه‌ریزی چند فرآورده در طی چندین دوره تحت خطر عرضه و ریسک تقاضا بررسی می‌شود. با استفاده از یک مثال عددی، رابطه بین سه کارکرد هدف مربوط به پاسخگویی، ریسک و هزینه فرآورده‌های جدید و فصلی را تعیین و سپس در مورد تأثیر انعطاف‌پذیری و چابکی در کاهش اختلالات زنجیره تأمین بحث می‌کنند.

در مقاله الکحتانی^(۱) و همکاران [۱]، یک مطالعه تجربی با هدف بررسی پیشرفت در تحقیقات پیرامون ارزیابی چابکی زنجیره تأمین انجام شده است. در اینجا، یک بررسی پیشرفته از ادبیات پژوهش انجام شده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ ارائه شده است تا پایه‌ای جامع برای مطالعه‌های آینده، مربوط به اندازه‌گیری و مدیریت چابکی زنجیره تأمین، فراهم کند. تجزیه و تحلیل توصیفی و تجزیه و تحلیل محتوا از ۶۶ نشریه در پایگاه داده‌های آنلاین Scopus و Web of Science انجام شده است. مقاله‌های انتخاب شده می‌تواند نقطه شروع خوبی برای شناسایی شکاف‌ها و مشکل‌های موجود در زمینه ارزیابی زنجیره تأمین، به عنوان مثال، تأثیر سرمایه‌گذاری در شبکه‌های فن‌آوری اطلاعات (IT) و منابع چند منظوره بر چابکی زنجیره تأمین و اثرات بعدی بر راهبردهای شرکت‌ها باشد. علاوه بر

1. AlKahtani 2. Liu

بررسی مطالعه‌های پیشین اطلاعات مورد نیاز گردآوری شده است. بدین صورت که در ابتدا با توجه به موضوع و برای شناسایی متغیرهای تحقیق و چگونگی ارتباط میان این متغیرها از ادبیات موضوع استفاده و برای جمع‌آوری داده‌ها و مشخص کردن عوامل تأثیرگذار بر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، چابکی زنجیره تأمین و سودآوری زنجیره تأمین، از مقاله‌های معتبر و نظر خبرگان و افراد صاحب‌نظر در این موضوع استفاده شده است.

در این پژوهش از روش‌های ذیل جهت گردآوری اطلاعات استفاده شد:

۱. مطالعه‌ی اسنادی و کتابخانه‌ای

۲. مشورت با خبرگان

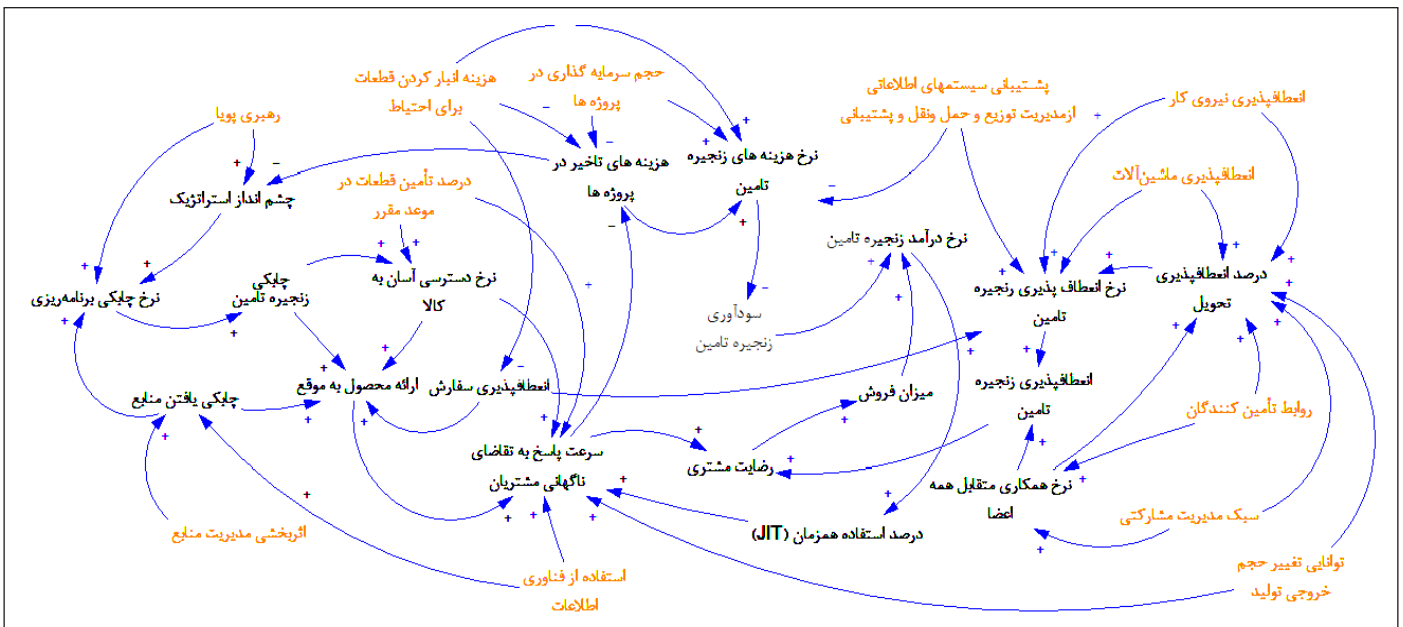
برای رسیدن به پاسخ پرسش‌های تحقیق، با استفاده از رویکرد پویایی سیستم به بررسی و تجزیه تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود و با توجه به دو فاکتور اساسی ذخیره موجودی فرآورده‌ها و کارایی زنجیره تأمین انجام می‌گیرد. توضیحات تکمیلی درباره مدل در همین فصل قابل دیدن است.

به منظور ایجاد انگیزه اساسی در ارتباط با پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین، قابلیت زنجیره تأمین، پایداری و عملکرد مورد استفاده برای ایجاد مدل مطالعه ارائه شده‌است. این بررسی و مدل بعدی برای حمایت از تحقیقات نظری و عملی آینده پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین در سراسر روابط پیچیده و فراگیر در نظر گرفته می‌شوند.

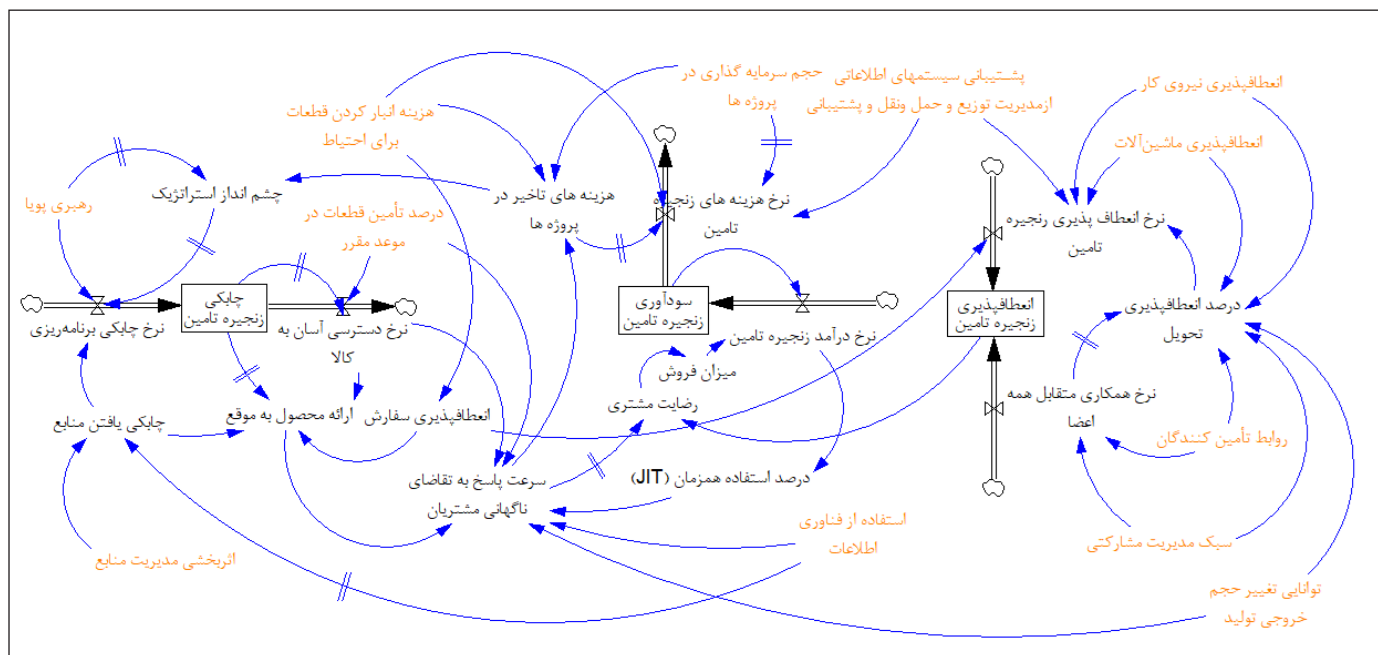
روش تحقیق

در این تحقیق به مدل‌سازی از طریق سیستم پویا پرداخته می‌شود که مدل بنا بر خاصیت خود به صورت تقریبی است و قطعی نمی‌باشد. لذا در این پروژه شبیه‌سازی مدل برای بررسی متغیرهای انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، چابکی زنجیره تأمین و سودآوری زنجیره تأمین و روابط و تأثیرگذاری عوامل مختلف بر آن، انجام می‌گیرد و روش این تحقیق از نوع روش تحقیق کاربردی است.

تحقیق حاضر از نوع کمی- کیفی می‌باشد که با استفاده از



شکل ۱ نمودار علت و معلولی



شکل ۲ نمودار جریان مدل

تجزیه و تحلیل داده‌ها مدل سازی

رفتار سیستم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. خروجی‌های مدل، پس از حذف هر کدام از این فاکتورها در ادامه نشان داده شده است.

در شکل ۳ تأثیر حذف عامل «نرخ چابکی برنامه‌ریزی» نشان داده شده است. این عامل بر چابکی زنجیره تأمین تأثیر دارد. حذف این متغیر به معنای نادیده گرفتن آن در شبیه‌سازی است، نه عدم وجود آن در دنیای واقعی. این مورد، لزوم در نظر گرفتن همه متغیرها و روابط بین آن‌ها را برای بار دیگر نشان می‌دهد. در صورت لحاظ نکردن این متغیر، سیستم کاهش عملکردی مجازی را نشان می‌دهد که از شرایط واقعی به دور است.

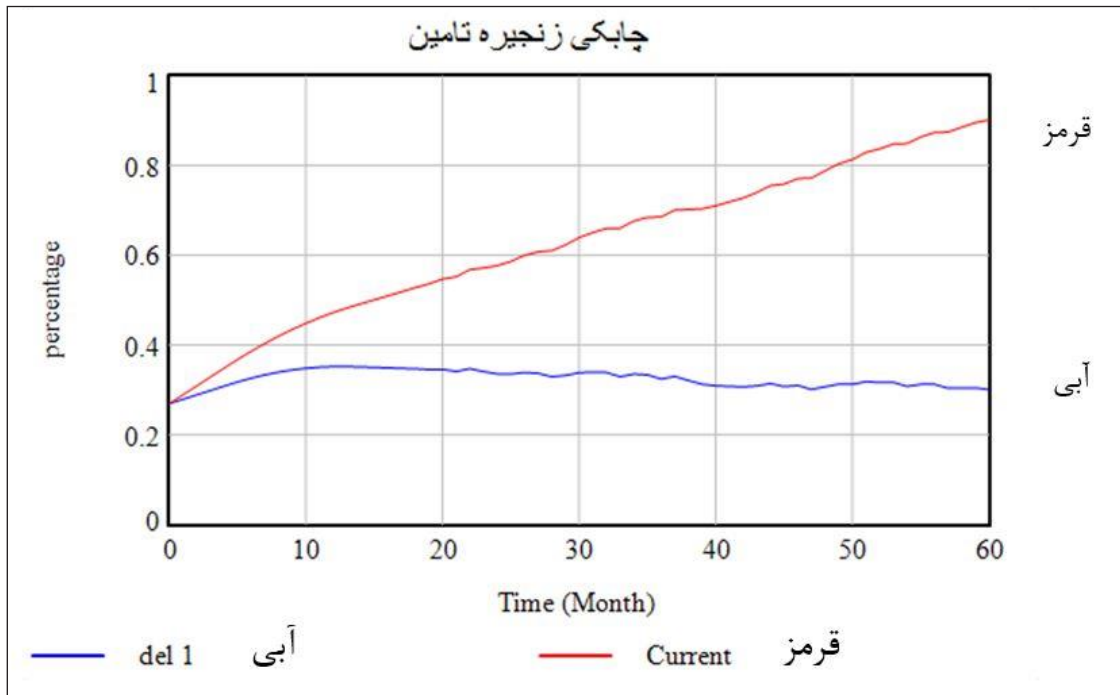
در شکل ۴ اثر حذف عامل «رضایت مشتری» نشان داده شده است.

این متغیر بر عامل سودآوری زنجیره تأمین اثرگذار است. نادیده گرفتن این عامل نیز کاهش مجازی برای سودآوری زنجیره تأمین را نشان می‌دهد. هرچه رضایت مشتری بیشتر باشد خرید نیز بیشتر اتفاق می‌افتد و افزایش فروش، افزایش سود را به دنبال دارد.

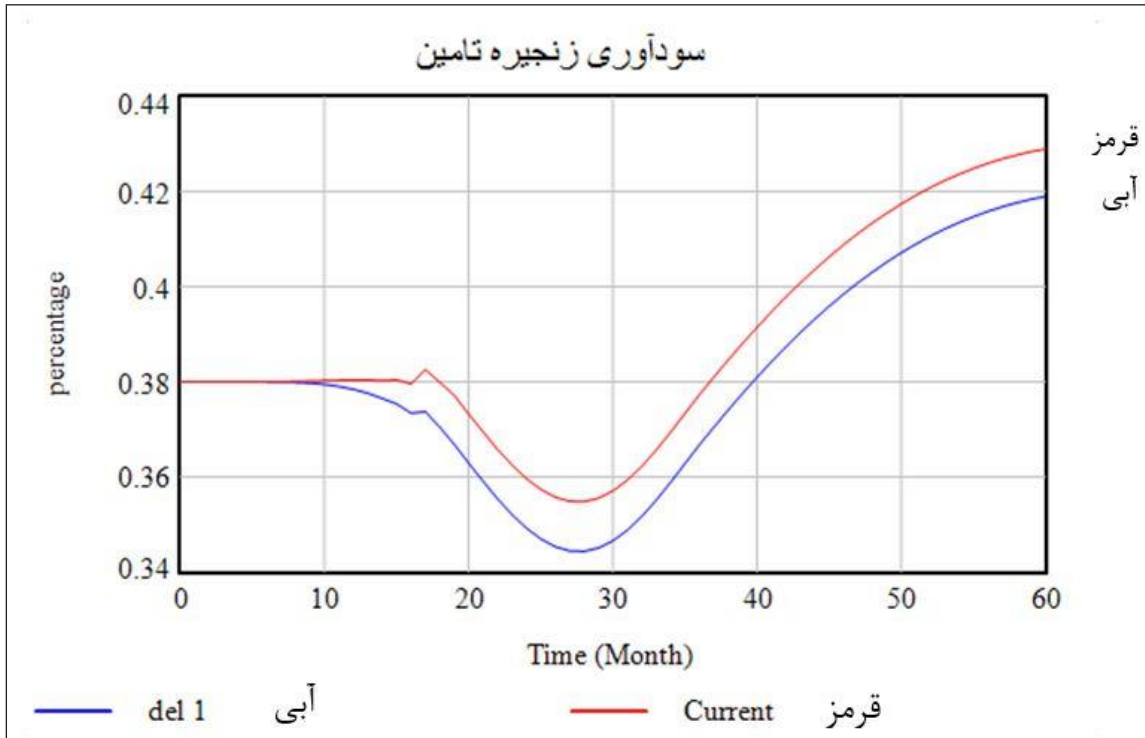
پس از بررسی معیارهای مطرح شده و ارزیابی آن‌ها با استفاده از نظر کارشناسان، معیارهای منتقل شده به مدل و روابط بین آن‌ها به صورت مدل علی و معلولی در شکل ۱ بیان می‌شود. سپس در شکل ۲ تمامی متغیرهای حالت، نرخ و کمکی مشخص شده است.

اعتبارسنجی ساختار مدل آزمون کفایت مرز

در این آزمون بررسی می‌شود که آیا فاکتورهای تأثیرگذار بر مدل در آن وجود دارد یا نه؟ همان‌طور که قبلاً اشاره شده، فاکتورهای مورد بررسی این پژوهش، از طریق مطالعه‌های پیشین و نظر خبرگان تعیین شده است. بنابراین اهمیت وجود این فاکتورها در این دو منبع تأیید شده است. هم‌چنین در مرحله بعد، برای تعیین لزوم وجود این پارامترها، با حذف برخی از این فاکتورهای مهم،



شکل ۳ تاثیر حذف عامل نرخ چابگی برنامهریزی بر چابگی زنجیره تامین



شکل ۴ تاثیر حذف عامل رضایت مشتری بر سودآوری زنجیره تامین

آزمون ارزیابی ساختار

به طور خلاصه، اغلب گفته می‌شود که یک مدل دینامیک سیستم باید رفتار خروجی مناسب را به دلایل مناسب ایجاد کند. اعتبارسنجی ساختار به معنای تأیید این است که روابط مورد استفاده در مدل نمایانگر کافی از روابط واقعی با در نظر گرفتن هدف مطالعه، است.

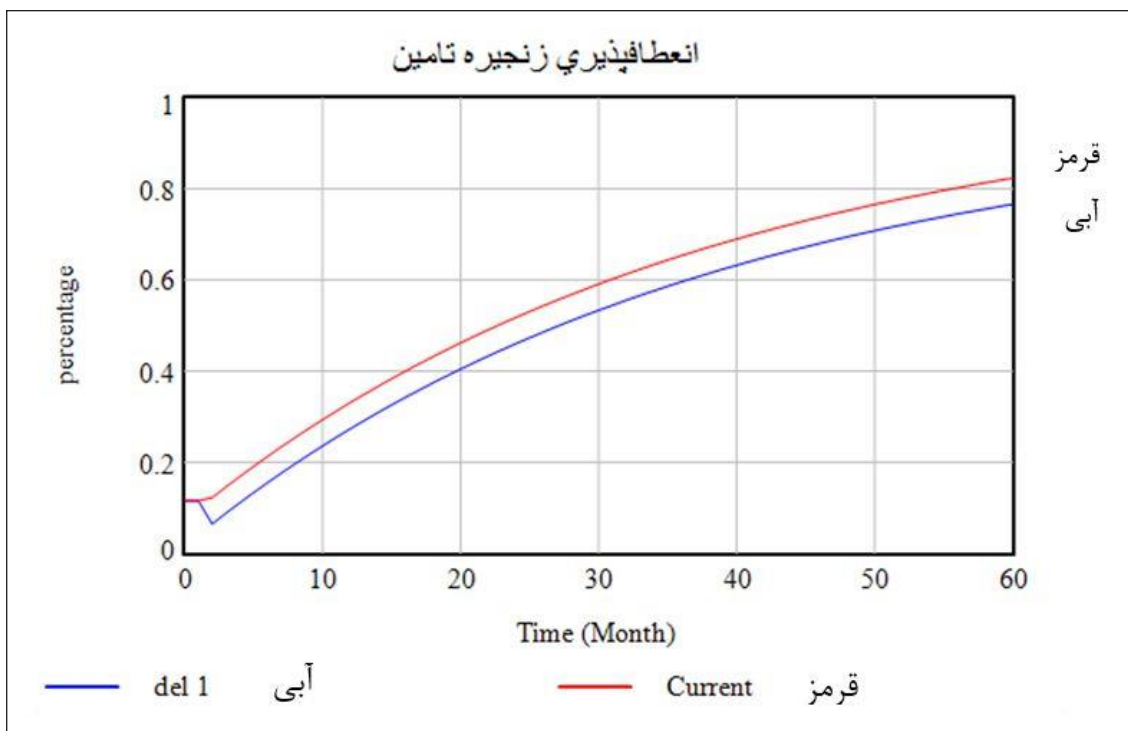
از آنجا که در این تحقیق معادله‌های مربوط به مدل در محیط نرم افزار ونسیم نوشته شده است، صحیح بودن ساختار معادله‌های مدل توسط نرم افزار تأیید شد.

آزمون ارزیابی پارامتر

در این پژوهش ارزیابی پارامترها و فاکتورهای مدل با بررسی مطالعه‌های پیشین و با استفاده از ارزیابی مقایسه‌ای با مدل مرجع

لذا می‌توان گفت که حذف این عامل عملاً با برابری آن به میزان صفر برابر است و می‌توان نتیجه گرفت که با حذف آن، فروش کاهش می‌یابد و سودآوری نیز پایین می‌آید. در شکل ۵ اثر حذف عامل «انعطاف‌پذیری نیروی کار» نشان داده شده است.

نشان داده می‌شود که انعطاف‌پذیری نیروی کار بر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین تأثیر مثبت دارد و حذف آن انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را کاهش می‌دهد. از آنجایی که بخش عظیمی از یک زنجیره تأمین را منابع انسانی آن پوشش می‌دهند، بنابراین تأثیر این منابع بر زنجیره غیر قابل چشم‌پوشی است. با توجه به این تأثیرات می‌توان دید که انعطاف‌پذیری این منابع نیز بر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارد و حذف این انعطاف‌پذیری، انعطاف‌پذیری کل زنجیره را نیز کاهش می‌دهد.



شکل ۵ تأثیر حذف عامل انعطاف‌پذیری نیروی کار بر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین

انجام شده است و در آخر با مشاوره خبرگان این موارد تأیید شده این پارامترها پس از حذف موارد مشابه به صورت جدول ۱ معرفی می شوند.

جدول ۱ عوامل تأثیرگذار بر سودآوری زنجیره تامین و چابکی و انعطاف پذیری آن

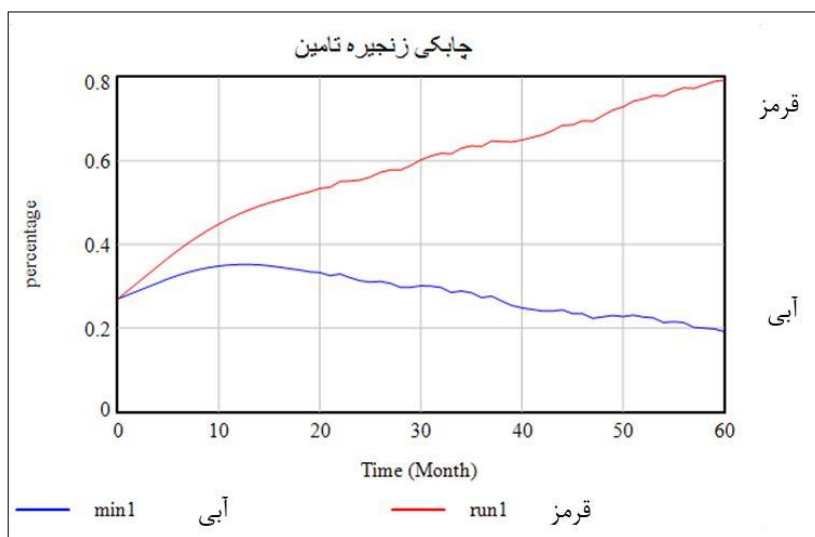
منبع	متغیر	ردیف
ناظم پور و همکاران (۲۰۲۰)	نرخ چابکی برنامه ریزی	۱
	چابکی یافتن منابع	۲
	ارائه به موقع فرآورده	۳
	نرخ دسترسی آسان به کالا	۴
	سرعت پاسخ به تقاضای ناگهانی مشتریها	۵
الذوبی و یاناماندرا (۲۰۲۰)	رهبری پویا	۶
	چشم انداز راهبردی	۷
	نرخ همکاری متقابل همه اعضا	۸
	استفاده از فناوری اطلاعات	۹
ملکوتی و همکاران (۲۰۱۷)	نرخ هزینه های زنجیره تامین	۱۰
	سبک مدیریت مشارکتی	۱۱
	روابط تامین کنندگان	۱۲
	اثر بخشی مدیریت منابع	۱۳
	درصد استفاده همزمان (JIT)	۱۴
کیم و چای (۲۰۱۷)	رضایت مشتری	۱۵
کزازلی و سهرابی (۱۳۸۹)	انعطاف پذیری سفارش	۱۶
	حجم سرمایه گذاری در پروژهها	۱۷
	درصد تامین قطعهها در موعد مقرر	۱۸
	هزینههای تأخیر در پروژهها (در اثر عدم چابکی تدارکات)	۱۹
	نرخ درآمد زنجیره تامین	۲۰
	هزینه انبار کردن قطعهها برای احتیاط	۲۱
سکری (۲۰۱۴)	درصد انعطاف پذیری تحویل	۲۲
مون و همکاران (۲۰۱۲)	توانایی تغییر حجم خروجی تولید	۲۳
	نرخ انعطاف پذیری زنجیره تامین	۲۴
	پشتیبانی سیستمهای اطلاعاتی از مدیریت توزیع و حمل و نقل و پشتیبانی	۲۵
گانگ (۲۰۰۸)	انعطاف پذیری نیروی کار	۲۶
	انعطاف پذیری ماشین آلات	۲۷
	انعطاف پذیری زنجیره تامین	۲۸
	چابکی زنجیره تامین	۲۹
	سودآوری زنجیره تامین	۳۰

آزمون شرایط حدی

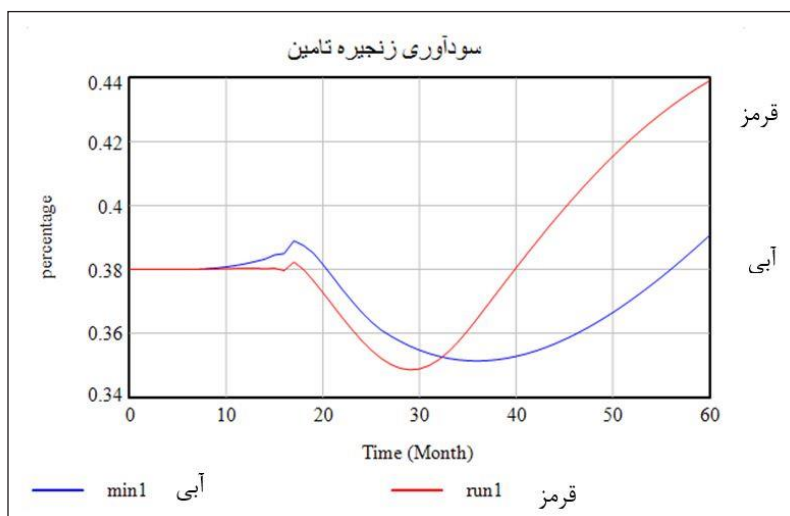
در این آزمون به بررسی رفتار مدل در شرایطی که ورودی‌های مدل در شرایط حدی، یعنی در کمترین و یا بیشترین حد خود هستند، پرداخته می‌شود. در این بررسی، دیده می‌شود که مدل در این شرایط نیز پایدار است یا خیر. در بخش آزمون کیفیت مرز وضعیت متغیرها در حالت بی‌نهایت (حداکثر مقدار) بررسی شد. ● وضعیت اول: رهبری پویا در پایین‌ترین حد خود قرار دارد (شکل ۶).

چابکی زنجیره تأمین را در بر نخواهد داشت. به عبارت بهتر با کاهش رهبری پویا، چابکی زنجیره تأمین، به صورت غیرقابل محسوسی پایین می‌آید و این اتفاق به این دلیل است که اصل حرکت سازمان به رهبری آن برمی‌گردد و اگر سازمان از رهبری مناسبی برخوردار نباشد و این رهبری نتواند خود را با شرایط متغیر، وفق و رهبری مناسب را ارائه دهد، عملکرد سازمان دچار نقص می‌شود و این نقص بر چابکی آن اثر منفی می‌گذارد. ● وضعیت دوم: سرعت پاسخ به تقاضای ناگهانی مشتری‌ها در

اگر رهبری پویا بسیار پایین رود، چیزی به غیر از پایین رفتن پایین‌ترین حد خود قرار دارد (شکل ۷).



شکل ۶ رفتار مدل در حالات حدی رهبری پویا



شکل ۷ رفتار مدل در حالات حدی سرعت پاسخ به تقاضای ناگهانی مشتری‌ها

۹۶ ماه تبدیل شد که همانطور که از شکل ۸ و دو شکل ۶۰ و ۹۶ ماهه مشخص است با تغییر در بازه زمانی مدل تغییری در رفتار مدل دیده نشد و عوامل مؤثر بر عملکرد در صورت کنترل باز هم بهبود عملکرد را موجب خواهند شد.

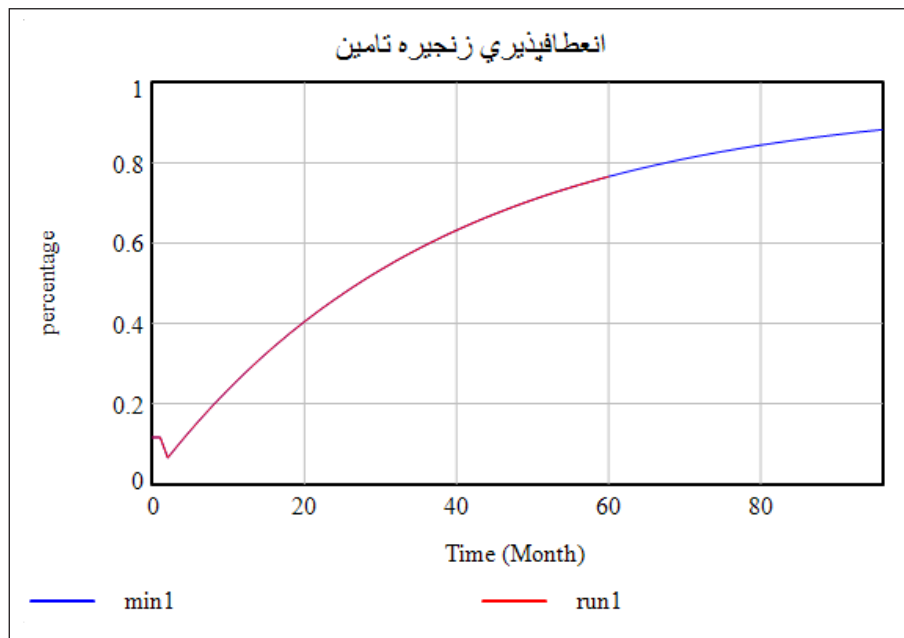
آزمون باز تولید رفتار

آیا این مدل، رفتار سیستم را در شرایط واقعی بازسازی و نمایان می‌کند؟ پاسخ به این پرسش با استفاده از آزمون باز تولید رفتار، قابل ارزیابی است. با توجه به اینکه محقق معتقد است که با توجه به بررسی‌های گسترده مطالعه‌های پیشین، این تحقیق، متغیرهای اثرگذار بر کارایی زنجیره تأمین را در بر گرفته است، لذا، قادر می‌باشد که رفتار سیستم را پس از شناسایی معیارها پیش‌بینی کند. در شکل ۹ نشان داده شده است که با کنترل عوامل مؤثر بر عملکرد، می‌توان سودآوری زنجیره تأمین را افزایش داد. اما در بهبود عملکرد عوامل بسیار زیادی دخیل هستند که هماهنگ کردن آن‌ها زمان بیشتری نیاز دارد.

اگر سرعت پاسخ به تقاضای ناگهانی مشتری‌ها به سمت پایین میل کند، همان‌گونه که در این شکل نشان داده شده است، سودآوری زنجیره تأمین نیز به سمت پایین حرکت می‌کند. این اتفاق در تجارت بسیار زیاد پیش می‌آید که مشتری‌ها بدون هیچ برنامه قبلی اقدام به سفارش کنند، در این حال و با توجه به رقابت شدیدی که در میان شرکت‌های مختلف وجود دارد، شرکتی برنده است که بتواند این تقاضاهای ناگهانی و بدون برنامه را هرچه سریع‌تر پوشش دهد. هرچه پوشش این تقاضاها بیشتر باشد به دو دلیل کلی می‌تواند سودآوری سازمان را افزایش دهد، اول افزایش میزان فروش و دوم افزایش رضایت مشتری و بازگشت او. با این تفاسیر هر چه سرعت این پاسخگویی بیشتر کاهش یابد و به نزدیک صفر برسد (حذف عامل) سودآوری نیز به شدت کاهش می‌یابد.

آزمون خطای یکپارچگی

این آزمون حساس بودن نتایج مدل به انتخاب بازه‌ی زمانی را نشان می‌دهد که برای انجام این آزمون بازه زمانی ۶۰ ماهه مدل به



شکل ۸ خروجی های مدل در بازه ۶۰ و ۹۶ ماهه (دو خروجی هم پوشانی دارد).

آزمون تحلیل حساسیت

در مرحله بعد از شبیه سازی سیستم و بررسی رفتار هر یک از متغیرها، بایستی به بررسی تغییر متغیرها و رفتار پیش آمده متناسب با آن، توسط سیستم پرداخته شود. این موضوع با توجه به ایجاد تغییرها در پارامترها در بخش‌های پیشین و در شکل‌های مربوط به این تغییرها، آزموده و نشان داده شده است.

سناریوسازی

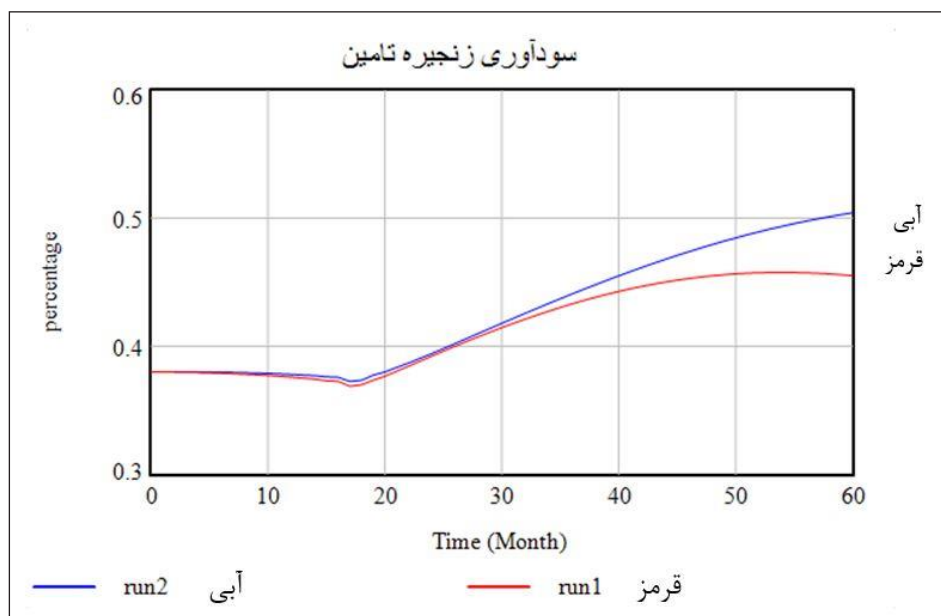
در آخرین گام و پس از تحلیل و بررسی فاکتورهای مدل و تعیین میزان و نوع اثرگذاری آن بر روی فاکتورها و متغیرهای اصلی مورد هدف پژوهش، زمان آن است که با تعریف سناریوهای متفاوت، با تعیین مقادیر مختلف گروه شاخص‌های تأثیرگذار، مسیر را برای رسیدن به راهبردهای کاربردی، هموار ساخت.

در این تحقیق با توجه به نظر خبرگان و با توجه به برخی از مقاله‌های رسمی، مانند ناظم پور و همکاران [۴۶]، الذوبی و یانامندرا [۳]، ملکوتی و همکاران [۴۳]، کیم و چای [۳۷]،

فاکتورهایی که تأثیر زیادی بر متغیر حالت می‌گذارند و متغیرهای نرخ تعیین شده و با تعیین مقادیرهای متفاوت برای این شاخص‌های تأثیر گذار، ۴ سناریو در نظر گرفته شده است (جدول ۲). بر همین اساس در شکل ۱۰، ۱۱ و ۱۲ این سناریوها نشان داده شده اند. این ۴ سناریو با در نظر گرفتن متغیرهایی که سیستم در حال حاضر قادر به تغییر آنهاست و همچنین ترکیبی از مقادیرهایی که تصمیم گیرندگان اعلام داشته‌اند، طراحی شده است. ترکیب متغیرهای در نظر گرفته شده مورد تأیید خبرگان نیز بوده است. در جدول ۲ مقادیرهای نوشته شده برای هر سناریو بر اساس درصد است و میزان کاهش یا افزایش در متغیرها (با توجه به ماهیت متغیر) را نشان می‌دهد.

سناریوی ۱

درصد رهبری پویا ۱۰، اثربخشی مدیریت منابع ۱۳، درصد تأمین قطعه‌ها در موعد مقرر ۸، استفاده از فناوری اطلاعات ۱۱، حجم سرمایه‌گذاری در پروژه‌ها ۱۲، پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی



شکل ۹ رفتار سیستم بعد از کنترل عوامل

جدول ۲ سناریوهای تحقیق

متغیر	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴
رهبری پویا	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
اثربخشی مدیریت منابع	۱۳	۹	۱۵	۱۲
هزینه انبار کردن قطعه‌ها برای احتیاط	-۵	-۷	-۸	-۱۰
درصد تأمین قطعه‌ها در موعد مقرر	۸	۱۳	۱۲	۱۳
استفاده از فناوری اطلاعات	۱۱	۱۴	۱۲	۱۳
حجم سرمایه گذاری در پروژه‌ها	۱۲	۷	۱۰	۱۳
پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی از مدیریت توزیع و حمل و نقل و پشتیبانی	۳	۵	۷	۱۰
انعطاف‌پذیری نیروی کار	۵	۱۰	۱۵	۲۰
انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات	۲	۳	۴	۵
روابط تأمین‌کنندگان	۳	-۲	۴	-۳
سبک مدیریت مشارکتی	۳	۵	۷	۱۰
توانایی تغییر حجم خروجی تولید	۱	۳	۲	۴

اعداد نوشته شده در این جدول بر اساس درصد هستند.

و نقل و پشتیبانی ۵، انعطاف‌پذیری نیروی کار ۱۰، انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات ۳، سبک مدیریت مشارکتی ۵ و توانایی تغییر حجم خروجی تولید ۳ درصد افزایش می‌یابد.

سناریوی ۳

درصد رهبری پویا ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر آن برای اثربخشی مدیریت منابع ۱۵ درصد افزایش منظور می‌کنیم. هزینه انبار کردن قطعه‌ها برای احتیاط ۸ درصد کاهش یافته است. از طرفی شاخص درصد تأمین قطعه‌ها در موعد مقرر ۱۲ درصد افزایش می‌یابد. از طرفی استفاده از فناوری اطلاعات ۱۲، حجم سرمایه گذاری در پروژه‌ها ۱۰، پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی از مدیریت توزیع و حمل و نقل و پشتیبانی ۷، انعطاف‌پذیری نیروی کار ۱۵، انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات ۴، روابط تأمین‌کنندگان ۴، سبک مدیریت مشارکتی ۷ و توانایی تغییر حجم خروجی تولید ۲

از مدیریت توزیع و حمل و نقل و پشتیبانی ۳، انعطاف‌پذیری نیروی کار ۵، انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات ۲، روابط تأمین‌کنندگان ۳، سبک مدیریت مشارکتی ۳ و توانایی تغییر حجم خروجی تولید ۱ درصد افزایش می‌یابد، و از طرف دیگر، هزینه انبار کردن قطعه‌ها برای احتیاط ۵ درصد کاهش می‌یابد.

سناریوی ۲

درصد رهبری پویا ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر آن، برای اثربخشی مدیریت منابع ۹ درصد افزایش منظور می‌شود. هزینه انبار کردن قطعه‌ها برای احتیاط، ۷ درصد کاهش یافته است. از طرفی شاخص درصد تأمین قطعه‌ها در موعد مقرر، ۱۳ درصد افزایش می‌یابد. روابط تأمین‌کنندگان نیز ۲ درصد، کاهش می‌یابد. استفاده از فناوری اطلاعات ۱۴، حجم سرمایه گذاری در پروژه‌ها ۷، پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی از مدیریت توزیع و حمل

درصد افزایش می‌یابد.

سناریوی ۴

درصد رهبری پویا ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر آن، برای اثربخشی مدیریت منابع ۱۲ درصد افزایش منظور کرده‌ایم. هزینه انبار کردن قطعه‌ها برای احتیاط، ۱۰ درصد کاهش یافته است. از طرفی شاخص درصد تأمین قطعه‌ها در موعد مقرر ۱۳ درصد افزایش داده شده است. روابط تأمین‌کنندگان نیز ۳ درصد کاهش می‌یابد. از طرفی استفاده از فناوری اطلاعات ۱۳، حجم سرمایه‌گذاری در پروژه‌ها ۱۳، پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی از مدیریت توزیع و حمل و نقل و پشتیبانی ۱۰، انعطاف‌پذیری نیروی کار ۲۰، انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات ۵، سبک مدیریت مشارکتی ۱۰ و توانایی تغییر حجم خروجی تولید ۴ درصد افزایش می‌یابد.

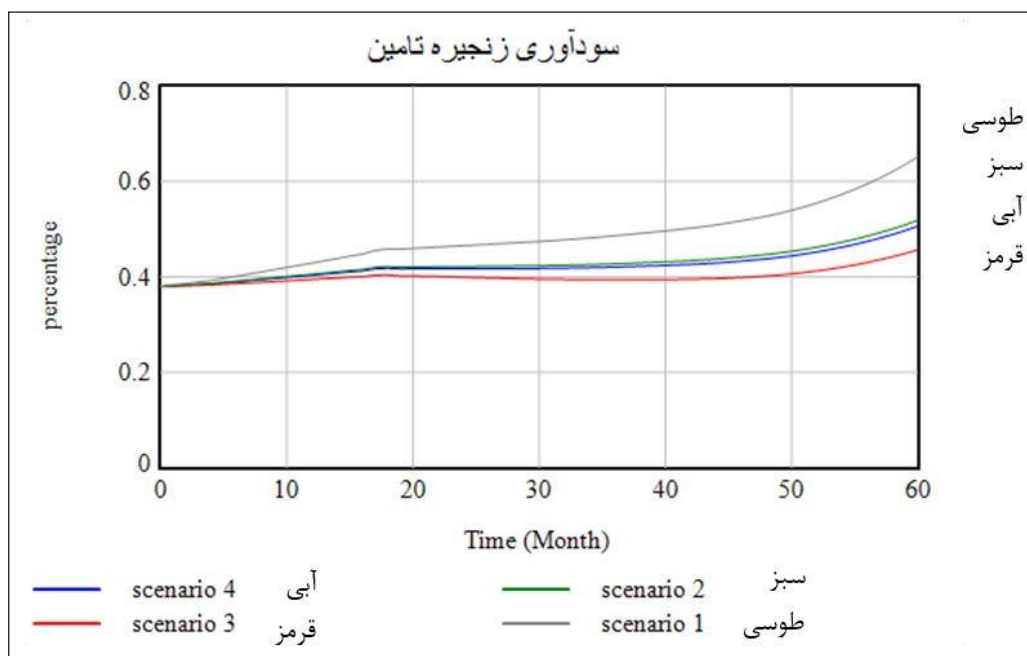
با در نظر گرفتن این سناریوها مجدداً مدل اجرا می‌شود و تغییر متغیرهای حالت در این ۴ سناریو با توجه به تغییر متغیرهای جدول ۲ بر اساس سناریوهای این جدول شکل نتایج برای سه

متغیر حالت سودآوری زنجیره تأمین، چابکی زنجیره تأمین و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین ترسیم شده است (شکل ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

در این شکل، نتیجه شبیه‌سازی با ۴ سناریوی تعریف شده رسم شده است که سناریوی شماره ۱ بهترین عملکرد را برای متغیر حالت سودآوری زنجیره تأمین، نشان می‌دهند.

در شکل ۱۱، نتیجه شبیه‌سازی ۴ سناریوی تعریف شده رسم شده است که نتایج نشان می‌دهد که سناریوی شماره ۳، بهترین عملکرد را برای متغیر حالت چابکی زنجیره تأمین، نشان می‌دهد.

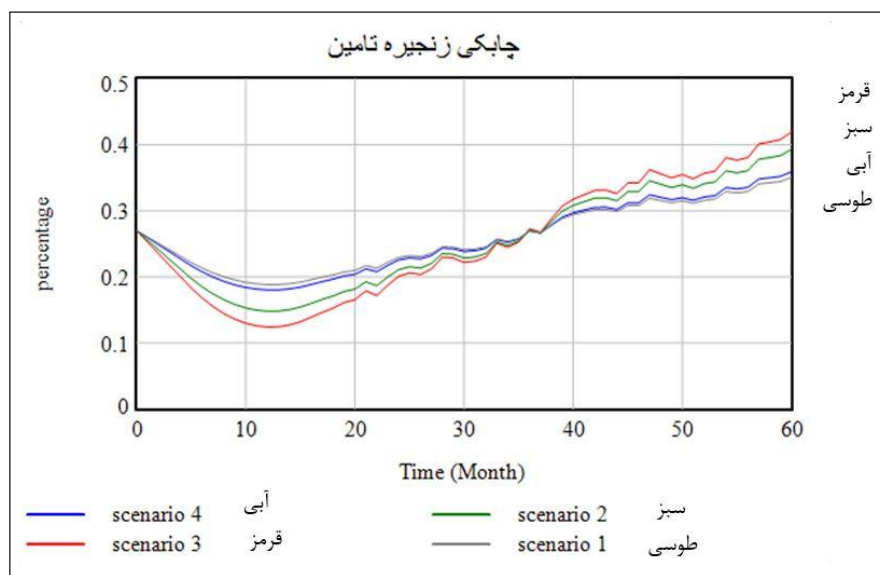
در شکل ۱۲ نیز، نتیجه شبیه‌سازی با ۴ سناریوی تعریف شده رسم شده است که در این متغیر نیز سناریوی ۳، بهترین عملکرد را برای متغیر حالت انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۱۱، و با توجه به اینکه هدف سودآوری بالاست نه چابکی و انعطاف‌پذیری بالا، نشان داده شده است که به صورت کلی، سناریو ۱، یعنی زمانی که درصد رهبری پویا ۱۰ درصد افزایش می‌یابد، علاوه بر آن اثربخشی مدیریت منابع ۱۳



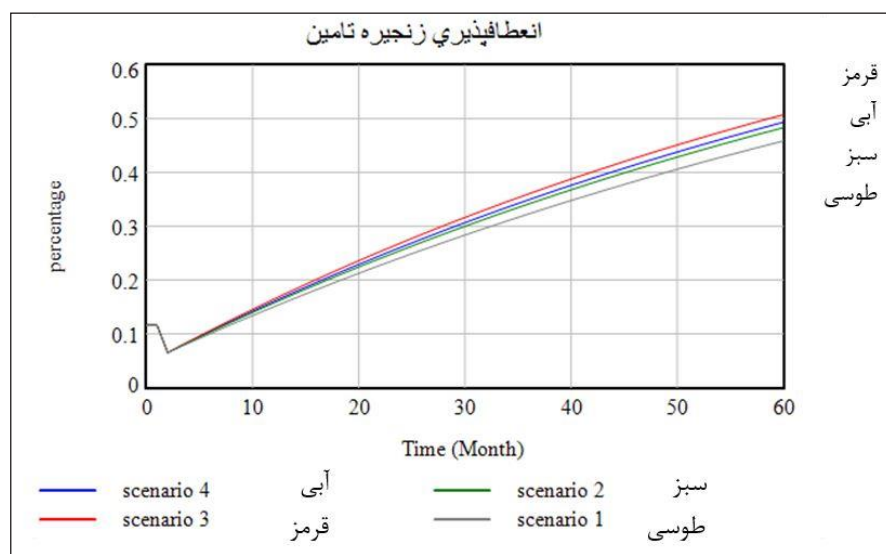
شکل ۱۰ سناریوهای مختلف در متغیر حالت سودآوری زنجیره تأمین

خروجی تولید ۱ درصد افزایش می‌یابد، که بهترین نتیجه را در این سیستم به دنبال دارد و حالت بهینه را برای متغیرهای تأثیرگذار بر مدل به دست می‌آورد. این اعداد با توجه به شرایط متفاوت تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان، توزیع کنندگان، موجودی، رضایت مشتری و انواع هزینه‌های زنجیره تأمین از طریق بررسی مطالعه‌های متفاوت در این زمینه و همچنین با مشاوره خبرگان امر، تعیین و بررسی شده است.

درصد افزایش می‌یابد. هزینه انبار کردن قطعه‌ها برای احتیاط ۵ درصد کاهش یافته است. از طرفی شاخص درصد تأمین قطعه‌ها در موعد مقرر ۸ درصد افزایش می‌یابد. از طرفی استفاده از فناوری اطلاعات ۱۱، حجم سرمایه گذاری در پروژه‌ها ۱۲، پشتیبانی سیستم‌های اطلاعاتی از مدیریت توزیع و حمل و نقل و پشتیبانی ۳، انعطاف‌پذیری نیروی کار ۵، انعطاف‌پذیری ماشین‌آلات ۲، روابط تأمین‌کنندگان ۳، سبک مدیریت مشارکتی ۳ و توانایی تغییر حجم



شکل ۱۱ سناریوهای مختلف در متغیر حالت چابکی زنجیره تأمین



شکل ۱۲ سناریوهای مختلف در متغیر حالت انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین

بحث

شویم به دلیل پوشش برنامه‌ریزی‌های انجام شده، نرخ چابکی برنامه‌ریزی نیز افزایش می‌یابد.

با افزایش نرخ درآمد زنجیره، می‌توان سرمایه‌گذاری‌های بیشتری را در JIT انجام داد، زیرا از طرفی قابلیت سرمایه‌گذاری، و از طرف دیگر به دلیل افزایش حجم فروش نیاز به JIT نیز افزایش می‌یابد. از طرفی با استفاده از این سیستم و با توجه به اینکه این سیستم بخش تولید را درحین تولید پشتیبانی می‌کند، توان پاسخگویی به تقاضاهای ناگهانی نیز بیشتر می‌شود و در نتیجه سرعت پوشش دادن به این تقاضاها افزایش می‌یابد. با افزایش این سرعت و پاسخگویی سریع به نیازمندی‌های مشتری، واضح است که میزان رضایت وی بیشتر و این افزایش میزان رضایت، به خرید مجدد و در نهایت افزایش سودآوری منجر می‌شود.

در بخش اعتبارسنجی مدل، تأثیر متغیرها بر یکدیگر نشان داده شده است که این مدل می‌تواند رفتار صحیح از خود نشان دهد. همچنین در سناریوهای تعریف شده، پس از تحلیل و بررسی فاکتورهای مدل و تعیین میزان و نوع اثرگذاری آن بر روی فاکتورها و متغیرهای اصلی مورد هدف پژوهش، تأثیر تغییرات این متغیرها و حالت بهینه برای آن‌ها، پیش‌بینی شده است.

پیشنهادها

- در مدل طراحی شده در این تحقیق تنها یک تأمین‌کننده و در یک سطح در نظر گرفته شده بود که تأمین‌کنندگان می‌توانند در چند سطح عمودی یا افقی افزایش پیدا کنند. در این صورت مسائلی مانند دسترسی به موقع به همه مواد مورد نیاز برای تولید فرآورده و لزوم هماهنگی سفارش‌هایی با زمان پیشبرد متفاوت می‌تواند مورد بحث قرار گیرد.

- در بخش توزیع‌کنندگان نیز در این مدل یک مرکز پخش در نظر گرفته شده است که در صورت وجود چند توزیع‌کننده مسائل مربوط به توزیع منتسب کالا بین مراکز پخش گوناگون به منظور جلوگیری از کمبودها می‌تواند بررسی شود.

نتایج نشان می‌دهند که چابکی و انعطاف‌پذیری، به تنهایی و مطلقاً نمی‌توانند سودآوری داشته باشند و این نتایج مشخص کرده‌اند که برای افزایش سودآوری نباید چابکی و انعطاف‌پذیری را به بالاترین سطح رساند و در حالتی که درصد آن‌ها به ترتیب ۳۵/۰۶ و ۴۵/۸ باشد، بالاترین سودآوری را به همراه دارند و این نتایج تعیین می‌کنند که هزینه کردن برای چابکی و انعطاف‌پذیری تا اندازه‌ای صرفه اقتصادی دارد و بیشتر از آن به میزان هزینه کرد برای افزایش آن‌ها، سودآوری حاصل نمی‌شود.

برای رسیدن به این حالت مطلوب، محققان باید راهبردهایی تعریف کنند که با به‌کارگیری این راهبردها، فاکتورهای تأثیرگذار، هر چه بیشتر به این مقادارها نزدیک شوند، راهبردهایی مانند بهبود سیستم‌های فناوری اطلاعات، بهبود روابط میان تأمین‌کنندگان، تعیین میزان بهینه انبار جهت جلوگیری از کمبود، انجام مدیریت منابع به شکل صحیح، برنامه‌ریزی زمانی صحیح جهت تحویل به موقع، برنامه‌ریزی مناسب جهت مدیریت مشارکتی میان اعضای زنجیره، سرمایه‌گذاری مناسب در طرح‌هایی جهت رسیدن به این موارد، که بر اهداف پژوهش تأثیر زیادی می‌گذارند.

نتیجه‌گیری

از آنجایی که چابکی زنجیره تأمین به معنای توانایی پاسخگویی به نیازهای متغیر و در نهایت تحویل کالا به مشتری می‌باشد، چابکی زنجیره تأمین بر ارائه به موقع فرآورده تأثیر مثبت می‌گذارد و این افزایش سرعت ارائه به موقع فرآورده، سرعت پاسخ به تقاضای ناگهانی مشتری‌ها را افزایش می‌دهد. با افزایش این سرعت، تأخیر در پروژه‌ها کاهش می‌یابد و به تبع آن هزینه این تأخیرها نیز پایین می‌آید. هرچه این هزینه‌ها کاهش یابد امکان دسترسی به چشم‌انداز راهبردی هم به دلیل ذخیره کردن منابع و هم به دلیل استفاده از زمان‌های به‌دست آمده، به دلیل جلوگیری از تأخیر، افزایش می‌یابد و در نهایت هر چه به چشم‌انداز راهبردی نزدیک‌تر

• می‌توان تأثیر سیاست‌های دولت و تأثیر آن‌ها بر عملکرد سازمان‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج و سیاست‌گذاری‌های مختلف را مورد بررسی قرار داد.

سپاسگزاری

نویسنده از حمایت‌های شرکت مهندسی و تحقیقات صنایع لاستیک صمیمانه تشکر می‌کند *IRM*

• تکرار فرآیند مدل‌سازی، با توجه به محدودیت مفهوم مدل‌سازی می‌توان بیان داشت که همه مدل‌ها به نوعی ناکامل هستند؛ چرا که مدل در ذات خود نمونه کوچکی از موجودیت‌ها و روابط دنیای واقعی است. پس با هر تکرار، می‌توان جزئیات

مراجع

- [1] AlKahtani, M., Rehman, A. U., Al-Zabidi, A., & Choudhary, A. (2019). Agile supply chain assessment: an empirical study on concepts, research and issues. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(3), 2551-2565.
- [2] Alqudah, S., Shrouf, H., Suifan, T., & Alhyari, S. (2020). A Moderated Mediation Model of Lean, Agile, Resilient, and Green Paradigms in the Supply Chain. *Int. J. Sup. Chain. Mgt. Vol.* 9(4), 1.
- [3] Alzoubi, H., & Yanamandra, R. (2020). Investigating the mediating role of information sharing strategy on agile supply chain. *Uncertain Supply Chain Management*, 8(2), 273-284.
- [4] Aslam, H., Blome, C., Roscoe, S., & Azhar, T. (2018). Dynamic supply chain capabilities: How market sensing, supply chain agility and adaptability affect supply chain ambidexterity. *International Journal of Operations and Production Management*, 38(12), 226-2285.
- [5] Bai, C., Sarkis, J., Yin, F., & Dou, Y. (2019). Sustainable supply chain flexibility and its relationship to circular economy-target performance. *International Journal of Production Research*, 1-18.
- [6] Boubaker, S., Jemai, Z., Sahin, E., & Dallery, Y. (2019, February). Supply chain agility: review of situations. In international conference on operations research and enterprise systems, ICORES.
- [7] Braunscheidel, M. J., & Suresh, N. C. (2018). Cultivating supply chain agility: managerial actions derived from established antecedents. In *Supply Chain Risk Management* (pp. 289-309). Springer, Singapore.
- [8] Burgess, K., Singh, P. J., & Koroglu, R. (2006). Supply chain management: a structured literature review and implications for future research. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(7), 703-729.
- [9] Chan, A. T., Ngai, E. W., & Moon, K. K. (2017). The effects of strategic and manufacturing flexibilities and supply chain agility on firm performance in the fashion industry. *European Journal of Operational Research*, 259(2), 486-499.

- [10] Chatzikontidou, A., Longinidis, P., Tsiakis, P., & Georgiadis, M. C. (2017). Flexible supply chain network design under uncertainty. *Chemical Engineering Research and Design*, 128, 290-305.
- [11] Cheung, W., Chiang, A. H., Sambamurthy, V., & Setia, P. (2018). Lean vs. agile supply chain: the effect of IT architectures on supply chain capabilities and performance. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 10(1).
- [12] Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson UK.
- [13] Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilience supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-13.
- [14] Christopher, M., & Towill, D. R. (2000). Supply chain migration from lean and functional to agile and customised. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(4), 206-213.
- [15] Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply chain management. Strategy, planning & operation. In *Das summa summarum des management* (pp. 265-275). Gabler.
- [16] Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J., & Purvis, L. (2018). Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2336-2350.
- [17] Copacino, W. C. (2019). *Supply chain management: The basics and beyond*. Routledge.
- [18] Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., Avelar-Sosa, L., & Mendoza-Fong, J. R. (2020). The Role of Employees' Performance and External Knowledge Transfer on the Supply Chain Flexibility. In *Techniques, Tools and Methodologies Applied to Global Supply Chain Ecosystems* (pp. 25-51). Springer, Cham.
- [19] Dubey, R., Altay, N., Gunasekaran, A., Blome, C., Papadopoulos, T., & Childe, S. J. (2018). Supply chain agility, adaptability and alignment. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [20] Eckstein, D., Goellner, M., Blome, C., & Henke, M. (2015). The performance impact of supply chain agility and supply chain adaptability: The Moderating Effect of Product Complexity. *International Journal of Production Research*, 53(10), 3028-3046.
- [21] Fadaki, M., Rahman S., & Chan, C. (2020). Leagile supply chain: Design drivers and business performance implications. *International Journal of Production Research*, (Forthcoming).
- [22] Fan, Y., Schwartz, F., & Voß, S. (2017). Flexible supply chain planning based on variable transportation modes. *International Journal of Production Economics*, 183, 654-666.
- [23] Fayezi, S., Zutshi, A., & O'Loughlin, A. (2017). Understanding and development of supply chain agility and flexibility: a structured literature review. *International Journal of Management Reviews*, 19(4), 379-407.
- [24] Gallego-Burin, A. R., Stevenson, M., Llorens-Montes, J., & Perez-Arostegui, M. N. (2018). Supply chain flexibility in dynamic environments: The enabling role of operational absorptive capacity and organisational learning. *International Journal*

- of Operations and Production Management, 38(3), 636-666.
- [25] Ganeshan, R. (1995). An introduction to supply chain management. http://lcm.csa.iisc.ernet.in/scm/supply_chain_intro.html.
- [26] Gligor, D., Gligor, N., Holcomb, M., & Bozkurt, S. (2019). Distinguishing between the concepts of supply chain agility and resilience. *The International Journal of Logistics Management*.
- [27] Goldsby, T. J., Griffis, S. E., & Roath, A. S. (2006). Modeling lean, agile, and leagile supply chain strategies. *Journal of Business Logistics*, 27(1), 57-80.
- [28] Gupta, S., Drave, V. A., Bag, S., & Luo, Z. (2019). Leveraging smart supply chain and information system agility for supply chain flexibility. *Information Systems Frontiers*, 21(3), 547-564.
- [29] Haq, M. A., Hameed, I., & Raheem, A. (2020). An Empirical Analysis of Behavioral Flexibility, Relationship Integration and Strategic Flexibility in Supply Chain Agility: Insights from SMEs Sector of Pakistan. *South Asian Journal of Management*, 14(1), 104-121.
- [30] Helo, P. T. (2000). Dynamic modelling of surge effect and capacity limitation in supply chains. *International Journal of Production Research*, 38(17), 4521-4533.
- [31] Hendalianpour, A., Fakhrabadi, M., Zhang, X., Feylizadeh, M. R., Gheisari, M., Liu, P., & Ashktorab, N. (2019). Hybrid Model of IVFRN-BWM and Robust Goal Programming in Agile and Flexible Supply Chain, a Case Study: Automobile Industry. *IEEE Access*, 7, 71481-71492.
- [32] Hugos, M. H. (2018). *Essentials of supply chain management*. John Wiley & Sons.
- [33] Irfan, M., Wang, M., & Akhtar, N. (2019). Enabling supply chain agility through process integration and supply flexibility. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*.
- [34] Ivanov, D. (2020). Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives—lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic. *Annals of Operations Research*, 1.
- [35] Johnsen, T. E., Howard, M., & Miemczyk, J. (2018). *Purchasing and supply chain management: A sustainability perspective*. Routledge.
- [36] Kawa, A., & Maryniak, A. (2019). Lean and agile supply chains of e-commerce: empirical research. *Journal of Information and Telecommunication*, 3(2), 235-247.
- [37] Kim, M., & Chai, S. (2017). The impact of supplier innovativeness, information sharing and strategic sourcing on improving supply chain agility: Global supply chain perspective. *International Journal of Production Economics*, 187, 42-52.
- [38] Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. McGraw-Hill/Irwin.
- [39] Lee, H. L. (2004). The tripple-A supply chain. *Harvard Business Review*, 82(10), 102-112.

- [40] Li, J., Luo, X., Wang, Q., & Zhou, W. (2020). Supply chain coordination through capacity reservation contract and quantity flexibility contract. *Omega*, 102195.
- [41] Li, X., Holsapple, C. W., & Goldsby, T. J. (2019). The structural impact of supply chain management teams: Supply chain agility development in multidivisional firms. *Management Research Review*, 42(2), 290-310.
- [42] Liu, Y., Zhang, Y., Batista, L., & Rong, K. (2019). Green operations: What's the role of supply chain flexibility?. *International Journal of Production Economics*, 214, 30-43.
- [43] Malakouti, M., Rezaei, S., & Shahijan, M. K. (2017). Agile supply chain management (ASCM): a management decision-making approach. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*.
- [44] Mangan, J., & Lalwani, C. L. (2016). *Global logistics and supply chain management*. John Wiley & Sons.
- [45] Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25.
- [46] Nazempour, R., Yang, J., & Waheed, A. (2020). An Empirical Study to Understand the Effect of Supply Chain Agility on Organizational Operational Performance: SC Agility and Organizational Performance. In *Supply Chain and Logistics Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1608-1630). IGI Global.
- [47] Queiroz, M. M., Fosso Wamba, S., Machado, M. C., & Telles, R. (2020). Smart production systems drivers for business process management improvement: An integrative framework. *Business Process Management Journal*. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2019-0134>.
- [48] Prajogo, D., Oke, A., & Olhager, J. (2016). Supply chain processes. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [49] Roscoe, S., Eckstein, D., Blome, C., & Goellner, M. (2020). Determining how internal and external process connectivity affect supply chain agility: a life-cycle theory perspective. *Production Planning & Control*, 31(1), 78-91.
- [50] Sabegh, M. H. Z., Caliskan, A., Ozturkoglu, Y., & Cetiner, B. (2019). Testing the Effects of Agile and Flexible Supply Chain on the Firm Performance Through SEM. In *System Performance and Management Analytics* (pp. 35-46). Springer, Singapore.
- [51] Sawik, T. (2011). Selection of supply portfolio under disruption risks. *Omega*, 39(2), 194-208
- [52] Seyedghorban, Z., Tahernejad, H., Meriton, R., & Graham, G. (2020). Supply chain digitalization: past, present and future. *Production Planning & Control*, 31(2-3), 96-114.
- [53] Shekarian, M., Nooraie, S. V. R., & Parast, M. M. (2019). An examination of the impact of flexibility and agility on mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Production Economics*, 107438.
- [54] Shovityakool, P., Jittam, P., Sriwattanarothai, N., & Laosinchai, P. (2019). A flexible supply chain management game. *Simulation & Gaming*, 50(4), 461-482.

- [55] Stefanovic, N., & Milosevic, D. (2017, June). Developing adaptive business intelligence systems for agile supply chain analytics. In Proceedings of the 2017 International Conference on E-commerce, E-Business and E-Government (pp. 45-50).
- [56] Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103, 451–488.
- [57] Tarafdar, M., & Qrunfleh, S. (2017). Agile supply chain strategy and supply chain performance: complementary roles of supply chain practices and information systems capability for agility. *International Journal of Production Research*, 55(4), 925-938.
- [58] Umam, R., & Sommanawat, K. (2019). Strategic flexibility, manufacturing flexibility, and firm performance under the presence of an agile supply chain: A case of strategic management in fashion industry. *Polish Journal of Management Studies*, 19.
- [59] Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, 165, 234–246.
- [60] Wisner, J. D., Tan, K. C., & Leong, G. K. (2014). *Principles of supply chain management: A balanced approach*. Cengage Learning.
- [61] Wood, M. D., Wells, E. M., Rice, G., & Linkov, I. (2019). Quantifying and mapping resilience within large organizations. *Omega*, 87, 117–126.
- [62] Wu, K. J., Tseng, M. L., Chiu, A. S., & Lim, M. K. (2017). Achieving competitive advantage through supply chain agility under uncertainty: A novel multi-criteria decision-making structure. *International Journal of Production Economics*, 190, 96-107.
- [63] Zdeblick, M. J. (2019). U.S. Patent No. 10,305,544. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[۶۴] اشراق نیای جهرمی، عبدالحمید، بابک فرزامی، ۱۳۸۴، بررسی تاثیر سطح موجودی بر بهره وری در زنجیره تامین، مجموعه مقاله‌ها اولین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین، جلد دوم، ص ۴۷۲ - ۴۶۳ .

Applying system dynamics technique to model supply chain performance

M. Atifeh*

1. M.Sc. Optimization Industries Engineer, Strategy Expert, Rubber Industries Engineering and Research Company, Tehran, Iran, Contact Number: 09124436610

*Corresponding author Email: n.atife56@gmail.com

Abstract: Nowadays, the complexity of goods and services in world has made individual companies that do not have the assistance and cooperation of other organizations face many problems for their survival. In this regard, organizations have found that if they cooperate with each other, their total benefits are more than the case that each of them doing their business without coordination with related organizations. The current study designs a systematic dynamic model by using cause and effect charts, to increase the supply chain performance with the emphasis on agile and flexibility indicators. The goal of this model is to reduce the costs, time and increase the level of customer satisfaction by considering agility and flexibility indicators. In order to achieve this goal, first the used concepts are introduced, then by reviewing the literature and interviewing the fields' experts, agility and flexibility indicators in the studied supply chain, are evaluated. Afterwhile, by determining the cause and effect relationships among the variables, the model is provided and ultimately, by defining different scenarios, results show that agility and flexibility, alone and absolutely cannot be profitable, and these results have shown that agility and flexibility should not be raised to the highest level, to increase profitability, but the optimal point should be sought. Finally, The optimum level of agility and flexibility is estimated.

Keywords: Supply Chain; System Dynamics; Agility; Flexibility