چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۲۵ ـ بهار ۱۳۹۶
ص‌ص ۱۱۴ – ۹۱

طراحی مدل سنجش تاب‌آوری زنجیره تأمین با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری

مصطفی جهانی*، عباس مقبل باعرض، عادل آذر*****

چکیده

امروزه پیچیدگی‌های محیط کسب‌وکار، عدم‌اطمینان و نوسانات محیطی، زنجیره تأمین را در برابر انواع مختلفی از خطرات آسیب‌پذیر کرده است؛ بنابراین مدیریت زنجیره تأمین باید به سمت رویکردهای متفاوت و نوآورانه‌ای حرکت کند تا بتواند قابلیت‌های مواجهه با این خطرات را بهبود بخشد. پژوهش حاضر قصد دارد تا ضمن بررسی هرچه بیشتر مفهوم تاب‌آوری زنجیره تأمین و مطالعات صورت‌گرفته در این حوزه، مدلی جامع برای سنجش میزان تاب‌آوری زنجیره تأمین با استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری ارائه دهد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه کارشناسان ستادی واحدهای تولید، توزیع و فروش «شرکت ایران‌خودرو» است و به‌منظور جمع‌آوری داده‌های پژوهش از ابزار پرسشنامه، شامل ۴۹ سؤال با طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت استفاده شد. نتایج اجرای مدل نشان داد که متغیرهای انعطاف‌پذیری، فرهنگ مدیریت ریسک، همکاری، افزونگی و چابکی به‌ترتیب بیشترین نقش را در تبیین تغییرات تاب‌آوری زنجیره تأمین دارند و مدل پژوهش توانسته بیش از ۹۹ درصد از این تغییرات را تبیین کند.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری زنجیره تأمین؛ اختلالات؛ آسیب‌پذیری؛ توانمندساز.

تاریخ دریافت مقاله: تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۰۹، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۲۲.

* کارشناس ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

** دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول).

E-mail: moghbela@modares.ac.ir

*** استاد، دانشگاه تربیت مدرس.

۱. مقدمه

در محیط آشفته و نامطمئن امروز، هر شرکتی در معرض اختلال در زنجیره تأمین خود قرار دارد [۳۲]. جهانی‌شدن، چرخه کوتاه عمر محصول و نیازهای فزاینده مشتریان، خطرات مرتبط با زنجیره تأمین را افزایش داده است. اختلالات، خرابی‌های ناگهانی و غیره‌منتظره‌ای هستند که به‌علت عوامل مختلفی همچون بلایای طبیعی، آتش‌سوزی، ازدست دادن تأمین‌کننده، جنگ، تروریسم و غیره ایجاد می‌شوند [۴۰]. به‌بیان‌دیگر، اختلالات زنجیره تأمین، رویدادهای برنامه‌ریزی‌نشده‌ای هستند که ممکن است در زنجیره تأمین رخ دهند و بر جریان عادی مواد و قطعات تأثیر بگذارند [۵۰]. هرچند احتمال وقوع این حوادث اندک است؛ اما در صورت وقوع تأثیرات زیادی بر کسب‌وکار خواهند داشت [۴۴]؛ بنابراین زنجیره تأمین باید با اتخاذ استراتژی‌هایی جدید، توانایی‌های خود را در پاسخگویی سریع، مؤثر و باصرفه در برابر تغییرات پیش‌بینی‌نشده، افزایش دهد [۹]؛ به‌این‌ترتیب درک درستی از نحوه مواجهه با اختلالات زنجیره تأمین به موضوع مهمی در میان پژوهشگران و افراد حرفه‌ای تبدیل شده است [۴]. در پی وقوع برخی حوادث عظیم و وقفه‌های تأثیرگذار بر اقتصاد جهانی، چندین مطالعه عمیق برای پاسخگویی به این سؤال که «زنجیره‌های تأمین چگونه می‌توانند به‌طور کارآمدتر با این وقایع مواجه شده و خود را با تغییرات منطبق شوند؟» آغاز شد [۴۵].

برای کاهش این خطرات، زنجیره تأمین باید چندبُعدی و چندرشته‌ای تعریف شود تا در صورت وقوع اختلال، ضمن دادن پاسخی مؤثر و کارآمد، قادر به بازیابی خود به حالت اولیه بوده و یا حتی بتواند شرایط خود را بعد از وقوع اختلال بهبود دهد و این همان چیزی است که تاب‌آوری زنجیره تأمین نامیده می‌شود [۳۸].

ملنیک و همکاران(۲۰۱۴) اظهار داشتند که اکنون تاب‌آوری، قلب تفکر مدیریت زنجیره تأمین است [۳۴]. پرگنزر(۲۰۱۱) تاب‌آوری را سنجش توانایی سیستم در جذب تغییرات پیوسته و غیرمنتظره و حفظ عملکردهای حیاتی آن تعریف کرد [۳۹]؛ از طرف دیگر یک ویژگی زمانی قابل‌کنترل است که قابلیت اندازه‌گیری آن وجود داشته باشد؛ بنابراین ارزیابی تاب‌آوری زنجیره به درک ریسک‌های زنجیره تأمین کمک زیادی خواهد کرد. این ارزیابی همچنین به دسته‌بندی حوزه‌های نیازمند مدیریت ریسک و کاهش اثرات ناشی از آن کمک می‌کند. ، این عمل به سازمان‌ها در ارزیابی میزان تاب‌آوری خود قبل و بعد از اجرای مدیریت ریسک کمک کرده و میزان تاب‌آوری در محیط‌هایی با عدم‌اطمینان را به‌صورت پیوسته بررسی و آن را در طول زمان پیگیری می‌کند [۵۲].

علی‌رغم وجود پژوهش‌های متعدد درباره تاب‌آوری زنجیره تأمین، مطالعات اندکی در حوزه اندازه‌گیری تاب‌آوری آن صورت گرفته است [۳۰]. پانارو و هولکمب (۲۰۰۹)، بیان کردند که

اندازه‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین جریانی بالقوه از پژوهش‌های آینده است که دانش ارزشمندی را در رابطه با پیامدهای این پدیده ارائه خواهد کرد [۳۸]. کاروالیو و همکاران (۲۰۱۱) ،اظهار داشتند که اندازه‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین تنها پس از وقوع اختلال امکان‌پذیر است [۱۰]. البته این سؤال که چگونه می‌توان تاب‌آوری زنجیره تأمین را اندازه‌گیری کرد هنوز روشن نیست؛ بااین‌حال استفاده از شاخص‌ها و نماگرها، ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین را تا حدودی امکان‌پذیر کرده است. شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین این امکان را به مدیران می‌دهد تا قابلیت‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین را ارزیابی کنند. نماگرهای تاب‌آوری زنجیره تأمین نیز خود بیانگر چگونگی واکنش در برابر این اختلالات است [۳۰]. با توجه به اینکه اندازه‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین تنها پس از شناسایی نماگرها و شاخص‌های آن امکان‌پذیر است و پژوهش‌های کافی در این زمینه وجود ندارد، شناسایی این ابعاد و ارائه مدلی برای سنجش تاب‌آوری زنجیره تأمین از منظرهای اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در گذشته، هدف اصلی طراحی زنجیره تامین کاهش هزینه یا بهینه‌سازی خدمت بود؛ درحالی که امروزه بیشتر بر تاب‌آوری تاکید می‌شود؛ زیرا بازارهای امروز با سطح بالایی از بی‌ثباتی و آشفتگی روبرو هستند؛ در نتیجه، زنجیره‌های تامین در برابر اختلال، آسیب‌پذیرتر بوده و ریسک تداوم کسب وکار افزایش می‌یابد. زنجیره‌های تامین تاب‌آور، زنجیره‌های تامین با هزینه‌های پایین نیستند، اما توانایی مواجهه با عدم اطمینان‌های محیط کسب و کار را دارند. تاب‌آوری به توانایی زنجیره تامین در مواجهه با اختلالات غیرمنتظره اشاره دارد. در سیستم زنجیره تامین، هدف، واکنش اثربخش به تاثیرات منفی اختلال است [۱، ۲۷]. شفی (۲۰۰۵)، نخستین بار واژه تاب‌آوری را مطرح کرد. به طور کلی تاب‌آوری زنجیره تامین عبارت است از: توانایی زنجیره تامین برای برگشت به حالت ابتدایی (پیش از بروز بی‌نظمی) و حتی حرکت به سوی وضعیتی جدید که مطلوب‌تر از قبل است. زنجیره‌های تأمین خودروسازی ازجمله زنجیره‌های تأمینی هستند که حساسیت زیادی نسبت به اختلالات دارند [۲۶].

مفهوم تاب‌آوری زنجیره تأمین بیان‌کننده یک مفهوم چندبُعدی است. تعریف زیر با استفاده از منظرهای گوناگون بین‌رشته‌ای ارئه شده است: «تاب‌آوری زنجیره تأمین عبارت است از: آمادگی برای حوادث غیرمنتظره، پاسخگویی به اختلالات و بازیابی از آن‌ها به‌وسیله حفظ پیوستگی عملیات در سطح مطلوب، ارتباط و کنترل بر ساختار و عملکرد» [۳۸].

تعریف جامع دیگری از تاب‌آوری عبارت است از: «شناسایی منابع بالقوه ریسک اجرای راهبردهای مناسب از طریق یک رویکرد هماهنگ در میان اعضای زنجیره تأمین به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری زنجیره تأمین» [۳۵].

در جدول ۱، برخی از تعریف‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین آورده شده است:

جدول ۱. تعریف‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین

تعریف تاب‌آوری زنجیره تأمین	منابع
تاب‌آوری زنجیره تأمین به معنای توانایی زنجیره تأمین در واکنش به اثرات منفی ناشی از اختلالاتی است که در یک زمان معین رخ می‌د هد تا اهداف زنجیره تأمین حفظ شود.	[۲]
تاب‌آوری زنجیره تأمین، توانایی یک سیستم برای بازگشت به حالت اولیه در یک بازه زمانی قابل‌قبول، بعد از بروز اختلال تعریف می‌شود.	[۵]
تاب‌آوری زنجیره تأمین به توانایی یک سیستم برای بازگشت به حالت اولیه یا مطلوب‌تر بعد از وقوع اختلال می‌پردازد و از احتمال وقوع حالات شکست[1] اجتناب می‌کند.	[۱۰]
تاب‌آوری زنجیره تأمین توانایی یک سیستم برای مقابله با اختلالات غیرمنتظره است.	[۹]
زنجیره تأمین تاب‌آور نه‌تنها از توانایی حفظ کنترل بر تغییرات عملکردی خود در مواجهه با اختلال برخوردار است؛ بلکه از ویژگی سازگاری و قابلیت پاسخگویی پایدار در برابر تغییرات قابل‌توجه و ناگهانی محیطی و در قالب تقاضاهای نامعین برخوردار است.	[۱۹]
تاب‌آوری شبکه تأمین به معنای توانایی یک سیستم تولیدی/توزیع در برآوردن نیازهای مشتری برای هر محصول در زمان و تعداد مناسب است.	[۲۰]
تاب‌آوری، پاسخی به اختلالات و تغییرات غیرمنتظره و پیش‌بینی‌نشده و یک توانایی برای سازگاری و پاسخ به چنین تغییراتی است	[۲۲]
تاب‌آوری زنجیره تأمین توانایی بقا، سازگاری و رشد در مواجهه با تغییرات متلاطم است.	[۳۶]
تاب‌آوری زنجیره تأمین توانایی طراحی و برنامه‌ریزی کنشگرایانه شبکه زنجیره تأمین تا اختلالات غیرمنتظره (رویدادهای منفی) را پیش‌بینی کند تا هم‌زمان با کنترل بر ساختارها و عملکردها پاسخی سازگار به اختلالات بدهد و فراتر از آن به یک حالت استوار[2] و یا در صورت امکان به یک حالت مطلوب‌تر برسد که نتیجه آن کسب یک مزیت رقابتی است.	[۳۸]
تاب‌آوری زنجیره تأمین توانایی زنجیره برای بازگشت به حالت اولیه یا ایده‌آل بعد از اختلالات خارجی است که دو قابلیت سازگاری با محیط و بازیابی از اختلال را شامل می‌شود.	[۵۶]

با توجه تعریف‌های بالا در پژوهش حاضر سه گام برای یک زنجیره تأمین تاب‌آور در نظر گرفته شده است:

1. Failure Modes
2. Robust

۱. پیش‌بینی: زنجیره تأمین و مدیران عملیاتی آن باید وقوع هرگونه اختلال را پیش‌بینی کنند و زنجیره تأمین را برای هرگونه تغییرات محیطی پیش‌بینی‌شده و یا غیرمنتظره آماده کنند. اثر اختلالات باید به‌طور کامل درک شود، احتمال وقوع آن‌ها به حداقل برسد و برنامه‌های احتمالی برای شرایط اضطراری آماده باشند.
۲. مقاومت: به‌محض شناسایی یک اختلال پیش‌بینی‌شده و یا غیرمنتظره در یک زنجیره تأمین، توانایی زنجیره برای مقاومت و کنشگری قبل از گسترش اختلال، نقشی حیاتی در حصول اطمینان از تداوم عملیات بازی خواهد کرد. زنجیره تأمینی که به‌خوبی آماده شده است، در این مرحله اختلالات را به دام خواهد انداخت.
۳. بازیابی و پاسخ: چنانچه اختلالات بالقوه توانایی اختلال در زنجیره تأمین را داشته باشند، به‌منظور کاهش اثرات منفی این اختلالات بر زنجیره تأمین، پاسخی مؤثر و فوری و بر اساس منابع موجود موردنیاز است. یک پاسخ مناسب باید این قابلیت را داشته باشد که نه‌تنها وضعیت را به پیش از وقوع اختلال برساند؛ بلکه در صورت امکان موقعیت آن را به سطحی بالاتر رسانده و منجر به کسب مزیت‌های رقابتی شود [۳۰].

پیشینه پژوهش. چوپرا و سودهی (۲۰۰۴)، خطرات را به انواع گوناگونی همچون اختلال، تأخیر، پیش‌بینی، تدارکات، مطالبات، ظرفیت و موجودی دسته‌بندی کردند. آن‌ها تأثیر راهبردهایی را بر هر زیرمجموعه از این خطرات موردارزیابی قرار دادند. این راهبردها عبارتند از: ۱. اضافه‌کردن ظرفیت؛ ۲. اضافه‌کردن موجودی؛ ۳. تأمین‌کنندگان اضافی[1]؛ ۴. افزایش میزان واکنش‌پذیری (پاسخ سریع)[2]؛ ۵. افزایش انعطاف‌پذیری؛ ۶. تقاضای تجمعی[3]؛ ۷. افزایش قابلیت‌ها قابلیت‌ها (توانایی‌ها)[4] و به‌دست‌آوردن بیشتر حساب‌های مشتریان[5]. آن‌ها پیشنهاد کردند که مدیران باید از طریق آزمون حساسیت (مقاومت سنجی)[6] درک مشترکی از ریسک زنجیره تأمین را در سطح سازمان ایجاد کنند و چگونگی انطباق یک رویکرد کلی کاهش ریسک را با توجه به شرایط خاص شرکت خود از طریق یک رویکرد مناسب مدیریت ریسک بیابند [۱۲].

کاروالهو (۲۰۱۱)، با بهره‌گیری از رویکردی تحقیقی- قیاسی یک مدل اندازه‌گیری زنجیره تأمین را توسعه داد. او با اجرای یک مطالعه موردی - اکتشافی در زنجیره تأمین صنعت خودرو پرتغال مدلی برای اندازه‌گیری زنجیره تأمین ارائه داد. او در این راه از دو شاخص استفاده کرد: ۱.

1. Redundant
2. Responsiveness
3. Aggregate or Pool Demand
4. Capabilities
5. Customer Accounts
6. Stress Testing

شاخص تاب‌آوری زمان تحویل در هنگام مواجه با کمبود ظرفیت و ۲. شاخص تاب‌آوری زمان تحویل هنگام مواجه با کمبود مواد اولیه. او این شاخص‌های پیشنهادی را از طریق یک مطالعه موردی در زنجیره تأمین خودرو بررسی کرد [۷]. کابرال و همکاران (۲۰۱۲) برای اندازه‌گیری تاب‌آوری، چهار قابلیت زنجیره تأمین که شامل اصول چابکی، نابی، تاب‌آوری و سبز است، یک مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای را توسعه دادند. مدل آن‌ها بر پایه به‌کارگیری عوامل گوناگونی همچون ظرفیت مازاد، میزان دوباره‌کاری، سطح ادغام، فراوانی اطلاعات، زمان تأخیر در تولید، زمان تأخیر در حمل‌ونقل و سه شاخص عملکردی دیگر ازجمله سطح خدمت، زمان تأخیر و هزینه‌ها استوار است. با استفاده از مدل آن‌ها می‌توان چابکی، نابی، تاب‌آوری و سبزبودن یک زنجیره تأمین را اندازه‌گیری و اولویت‌بندی کرد و درنهایت بهترین شیوه‌هایی را که بتوان به‌وسیله آن‌ها هر یک از این قابلیت‌ها را ارتقا داد، برگزید [۶].

سونی و همکاران (۲۰۱۴)، با استفاده از نظریه گراف، مدلی را پیشنهاد کردند که به‌طور همه‌جانبه تمامی توانمندسازهای تاب‌آوری و روابط بین آن‌ها را بررسی می‌کند. منحصربه‌فردبودن این مدل بر پایه توانایی آن برای کمّی‌کردن تاب‌آوری به‌وسیله شاخص کمّی واحد است. توانمندسازهای تاب‌آوری در این مطالعه چابکی، همکاری، تسهیم اطلاعات، پایداری، ریسک، تسهیم درآمد، اعتماد، شفافیت، فرهنگ مدیریت ریسک، قابلیت تطبیق و ساختار بود [۵۲].

ملنیک و همکاران (۲۰۱۴)، هشت راهبرد را در نظر گرفتند که شامل: ۱. سرمایه‌گذاری غیرمستقیم؛ ۲.کشف[1]؛ ۳. اطلاعات؛ ۴. طراحی زنجیره تأمین؛ ۵. ضربه‌گیرها (بافرها)[2]؛ ۶. انعطاف‌پذیری عملیاتی؛ ۷. امنیت و ۸. آمادگی[3]؛ همچنین آن‌ها تاب‌آوری را به چهار مرحله تقسیم کردند: اجتناب[4]، مهار[5]، پایاسازی (تثبیت)[6] و بازگشت[7]؛ سپس این موضوع را موردبررسی قرار دادند که چگونه سرمایه‌گذاری در هر راهرد، چهار مرحله تاب‌آوری را به روش‌های مختلف تحت‌تأثیر قرار می‌دهد [۳۴].

چوپرا و سودهی (۲۰۱۴)، برای ایجاد تاب‌آوری سه راه‌حل را پیشنهاد کردند که عبارت‌اند از: ۱. بخش‌بندی زنجیره تأمین؛ ۲. محدودکردن خسارت‌های عملکردی با اجتناب از تمرکز بیش‌ازحد بر منابع و ۳. سرمایه‌گذاری بیشتر در حفاظت[8] [۱۳].

1. Discovery
2. Buffers
3. Preparedness
4. Avoidance
5. Containment
6. Stabilization
7. Return
8. Protection

چوردی و همکاران (۲۰۱۵)، استراتژی‌های اصلی تاب‌آوری را معرفی کردند که شامل ۱. ظرفیت پشتیبان؛ ۲ ایجاد ارتباط با خریداران و تأمین‌کنندگان؛ ۳. کنترل کیفیت؛ ۴ توسعه بهره‌وری و مهارت‌ها؛ ۵. پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ ۶. پیش‌بینی تقاضا؛ ۷. پاسخگویی به مشتریان و ۸. بهبود سیستم امنیتی است [۱۴].

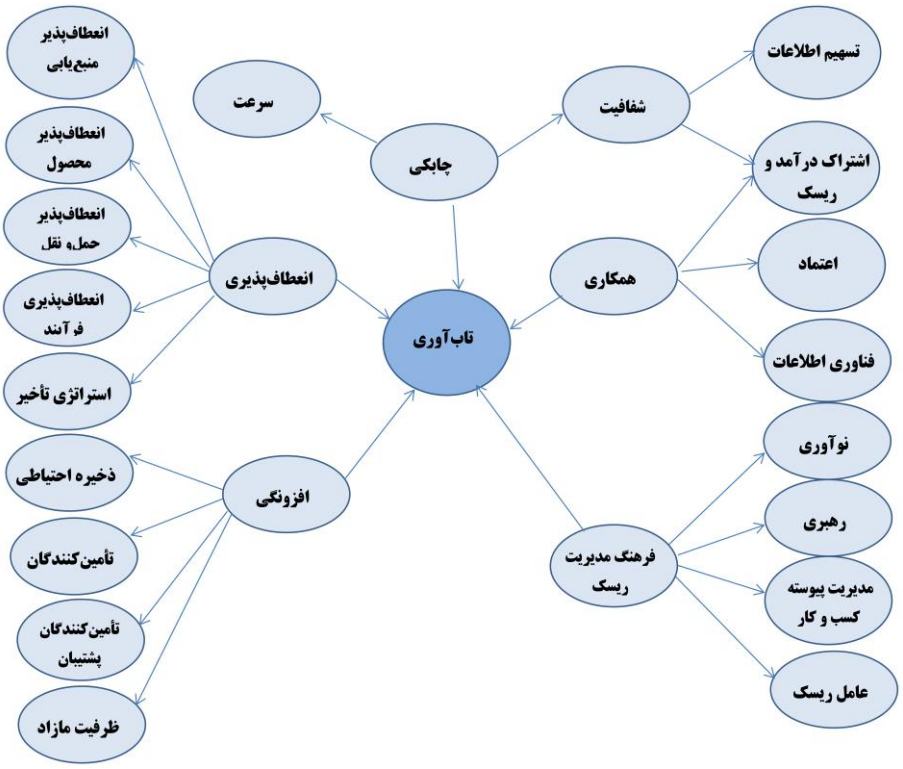
علی‌رغم وجود پژوهش‌های متعدد در زمینه استخراج سنجه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین، مطالعات محدودی در حوزه طراحی مدل اندازه‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین صورت گرفته است. در پژوهش حاضر علاوه بر استخراج سنجه‌های اصلی تاب‌آوری زنجیره تأمین نسبت به استخراج زیرمعیارهای هر یک از این سنجه‌ها اقدام شد و پس از نشان‌دادن روابط موجود بین آن‌ها، نسبت به اجرای آن در یک مطالعه موردی نیز اقدام شد تا صحت روابط موجود در مبانی نظری مشخص شود؛ علاوه بر این پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هریک از متغیرهای اصلی پژوهش چه میزان از تغییرات تاب‌آوری را تبیین می‌کنند که در ادامه به تشریح بیشتر آن پرداخته می‌شود.

با مرور جامع مبانی نظری پژوهش برخی از مهم‌ترین سنجه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین استخراج شد که در جدول ۲، آورده شده است.

جدول ۲. مؤلفه‌ها و شاخص‌های مدل مفهومی پژوهش

مؤلفه	منابع	شاخص	منابع
همکاری	[۲، ۱۶، ۲۹، ۴۶، ۵۲]	اعتماد	[۲۳، ۳۸، ۴۶، ۵۲]
		اشتراک درآمد و ریسک	[۱۸]
		فناوری اطلاعات	[۲۲]
چابکی	[۱۰، ۱۶، ۳۴، ۳۸، ۵۲، ۵۴]	شفافیت	[۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۹، ۵۴]
		سرعت	[۸، ۲۹، ۳۳، ۴۷، ۵۴]
فرهنگ مدیریت ریسک	[۱۶،۴۵، ۵۳]	در نظر گرفتن عامل ریسک در تصمیم‌گیری	[۲۸]
		رهبری	[۱۶، ۵۵]
		نوآوری	[۲۵، ۴۱، ۴۲]
		مدیریت پیوسته زنجیره تأمین	[۲۸، ۱۶]
انعطاف‌پذیری	[۱۱، ۱۵، ۲۲، ۲۹، ۴۹، ۲۹]	انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	[۳۶، ۴۳]
		انعطاف‌پذیری محصول	[۱۱]
		انعطاف‌پذیری فرآیند	
		انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	
		استراتژی تأخیر	
افزونگی	[۱۶، ۱۷، ۱۵]	تأمین‌کنندگان متعدد	[۳۲، ۴۵]
		ذخیره احتیاطی	
		ظرفیت مازاد	
		تأمین‌کنندگان پشتیبان	

مدل مفهومی پژوهش. با مرور جامع مبانی نظری حوزه تاب‌آوری زنجیره تأمین و استخراج مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین، مدل نهایی پژوهش به‌دست آمد. در شکل ۱، مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و روابط بین آن‌ها مشخص شده است.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

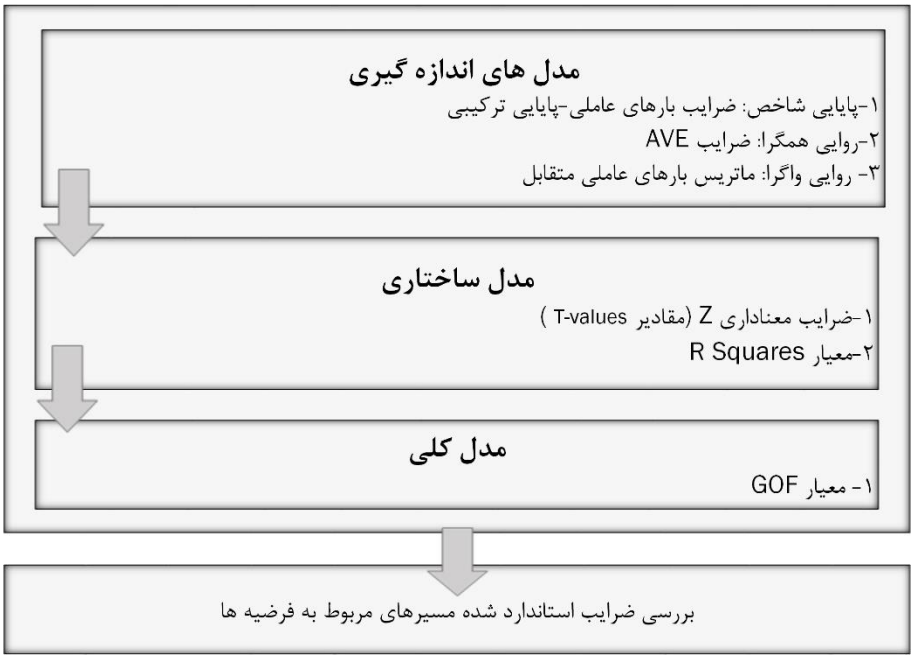
بر اساس شکل ۱، مدل اندازه‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین از پنج بُعد اصلی افزونگی، انعطاف‌پذیری، چابکی، فرهنگ مدیریت ریسک و همکاری تشکیل شده است. هر یک از این ابعاد از زیرمعیارهای تشکیل شده‌اند که در بخش مبانی نظری به هریک از آن‌ها پرداخته شد. با استخراج مدل مفهومی پژوهش در ادامه به اعتبار سنجی مدل و ارائه پیشنهادها پرداخته می‌شود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر گردآوری داده‌ها توصیفی پیمایشی محسوب می‌شود. پژوهش با توجه به بازه زمانی آن یک مطالعه مقطعی و با توجه به روابط شناسایی‌شده بین متغیرهای پژوهش از نوع همبستگی است. جامعه آماری شامل کلیه کارشناسان ستادی

واحدهای تولید، توزیع و فروش است که به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم با زنجیره تأمین ارتباط دارند. معیار انتخاب جامعه آماری میزان آشنایی آنان با زنجیره تأمین شرکت موردنظر بود که این موضوع به‌وسیله سرپرست واحدهای مربوطه تعیین شد. در این پژوهش با توجه به گستردگی جامعه آماری با روش نمونه‌گیری تصادفی، ۱۱۰ نمونه انتخاب شد. با توجه به اینکه روش پژوهش PLS[1] است، حجم نمونه باید ۱۰ برابر بیشترین روابط مربوط به یک متغیر در مدل ساختاری باشد. در مدل حاضر متغیر انعطاف‌پذیری با ۵ شاخص بیشترین ابعاد را دارد؛ بنابراین حداقل تعداد نمونه لازم باید ۵۰ نمونه باشد؛ اما به‌منظور اطمینان از تعداد نمونه، ۱۱۰ نفر از کارکنان و مدیران شرکت در بخش‌های خرید، تولید و توزیع به‌عنوان نمونه و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. یافته‌های حاصل از اطلاعات جمعیت‌شناختی نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد از پاسخ‌دهندگان دارای تحصیلات کارشناسی و کارشناسی ارشد بودند و بیش از ۶۵ درصد آنان از سابقه خدمتی بیش از ۱۰ سال برخوردار بودند. مبانی نظری پژوهش با استفاده از روش کتابخانه‌ای تهیه شد؛ بنابراین به‌منظور تکمیل مبانی نظری پژوهش و دستیابی به مدلی مفهومی از منابع کتابخانه‌ای شامل کتاب‌ها، مقاله‌های فارسی و لاتین و به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها از ابزار پرسشنامه استفاده شد. پرسشنامه مورداستفاده در این پژوهش از ۴۹ سؤال مرتبط با شاخص‌های مدل مفهومی و با مقیاس پنج‌درجه‌ای طیف لیکرت (کاملاً مخالفم، مخالفم، متوسط، موافقم و کاملاً موافقم) جهت سنجش متغیرهای مدل استفاده شد. گویه‌های تشکیل‌دهنده پژوهش با استفاده از مبانی نظری حوزه تاب‌آوری زنجیره تأمین استخراج شدند. پرسشنامه‌ها به‌منظور بررسی روایی محتوا و روایی صوری در اختیار ۵ نفر از استادان حوزه زنجیره تأمین قرار گرفت که پس از اعمال اصلاحات و درنهایت تأیید استاد راهنما و مشاور نسبت به توزیع و جمع‌آوری آن‌ها اقدام شد؛ همچنین مدل‌های اندازه‌گیری با استفاده از سه معیار روایی واگرا، روایی همگرا و پایایی ترکیبی مورد برازش قرار گرفت. در ادامه برای بررسی پایایی سنجه‌ها از دو معیار بارهای عاملی و پایایی ترکیبی استفاده شد.

1. Partial Least Squares

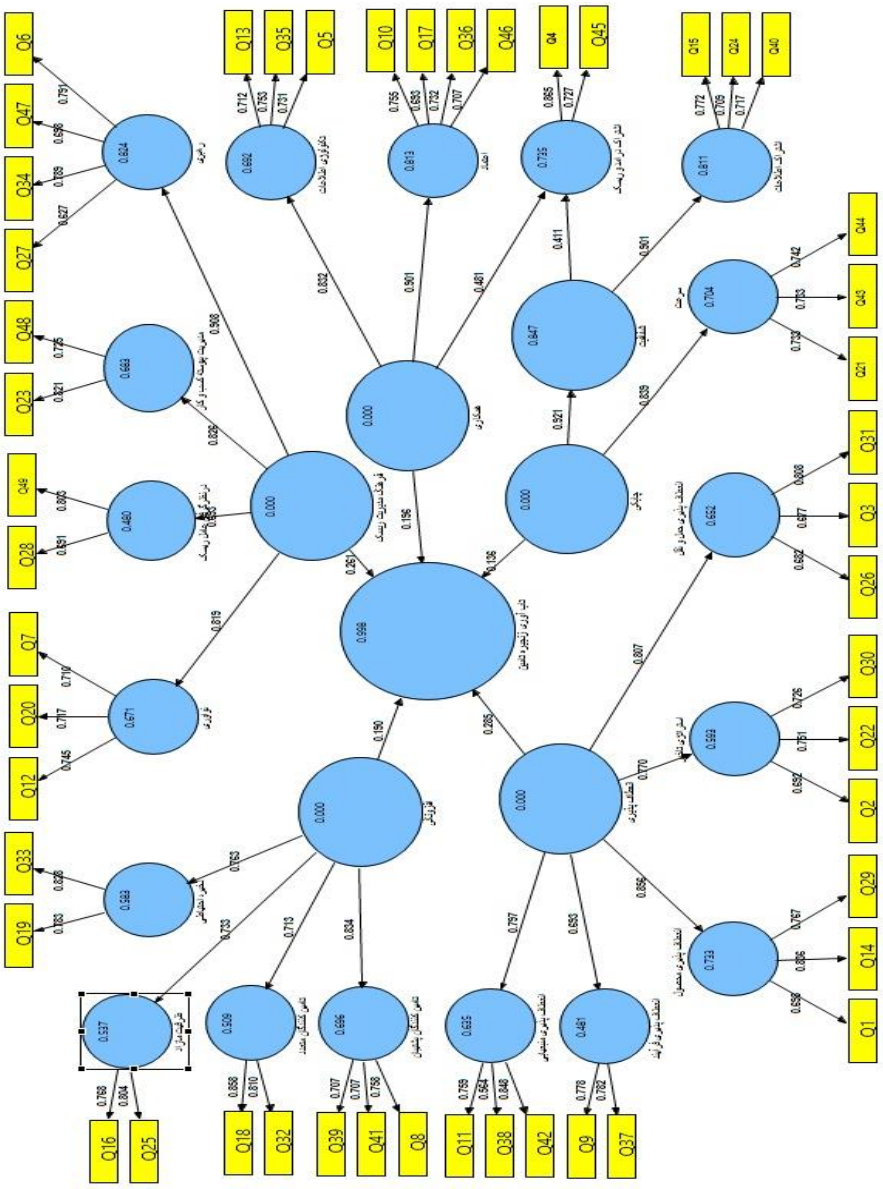


شکل ۲. الگوریتم تحلیل داده‌ها در روش [PLS۲۱]

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

برای آزمون مدل مفهومی و اطمینان از برازش مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری و مدل کلی پژوهش از مدل‌سازی معادلات ساختاری بر پایه روش کمترین مربعات جزئی استفاده شد. به این منظور نرم‌افزار Smart PLS2 به‌کار رفت. نرم‌افزارهایی که از مدل‌سازی معادلات ساختاری بر پایه این روش آماری استفاده می‌کنند، نسبت به وجود شرایطی مانند هم‌خطی متغیرهای مستقل، نرمال‌نبودن داده‌ها و کوچک‌بودن نمونه، سازگار هستند [۳]. خروجی نرم‌افزار در شکل ۳ نشان داده شده است.

مقادیر بیشتر از ۰/۴ برای ضرایب بارهای عاملی، بیشتر از ۰/۵ برای میانگین واریانس به اشتراک گذاشته شده (AVE) و بیشتر از ۰/۶ برای پایایی ترکیب (CR) نشان‌دهنده برازش مناسب مدل‌های اندازه‌گیری از نظر پایایی و روایی همگرا است [۲۱]. با توجه به شکل ۳، بارهای عاملی تمامی سؤال‌ها بالاتر از مقدار استاندارد ۰/۴ است که این موضوع نشان از مناسب‌بودن این معیار دارد.



شکل ۳. آزمون مدل مفهومی اولیه پژوهش (ضرایب بار عاملی سؤال‌ها و ضرایب مسیر)

مقادیر AVE و CR مربوط به سازه‌های مرتبه اول توسط خود نرم‌افزار محاسبه می‌شود و نیازی به محاسبه دستی آن‌ها نیست؛ اما سازه‌های مرتبه دوم به بالا (انعطاف‌پذیری، افزونگی، فرهنگ مدیریت ریسک، همکاری و چابکی) باید به‌صورت دستی محاسبه شوند؛ زیرا نرم‌افزار

مقادیر اشتباهی را در مورد AVE و CR سازه‌های مرتبه دوم به بالا ارائه می‌دهد که در ادامه نحوه محاسبه آن توضیح داده خواهد شد.

برای محاسبه AVE، ابتدا باید مقادیر اشتراکی[1] محاسبه شود. مقادیر اشتراکی از مربع ضرایب بارهای عاملی شاخص‌ها محاسبه می‌شود؛ سپس مقادیر اشتراکی از میانگین مقادیر اشتراکی شاخص‌ها به‌دست می‌آید.

Communality (شاخص ۱) = (بار عاملی شاخص ۱)^{۲}

Communality (شاخص ۲) = (بار عاملی شاخص ۲)^{۲}

...

Communality (شاخص n ام) =$(n$ بار عاملی شاخص$)^{n}$

مقدار AVE همان میانگین مقادیر اشتراکی شاخص‌ها است که برای هر سازه به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{AVE (سازه A)} = \frac{\text{Communality (شاخص ۱)}+\text{Communality (شاخص ۲)}+\text{Communality (شاخص ۳)}+\cdots+\text{Communality (شاخص n ام)}}{n})$$

برای محاسبه دستی CR نیز ابتدا واریانس خطای اندازه‌گیری[2] مربوط به هریک از شاخص‌ها به‌ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

The Variance of Error Terms (شاخص ۱)=۱ -(بار عاملی شاخص ۱)^{۲}

The Variance of Error Terms (شاخص ۲)=۱ -(بار عاملی شاخص ۲)^{۲}

.

The Variance of Error Terms (شاخص n ام)=۱ -(بار عاملی شاخص n)^{n}

به‌این‌ترتیب مقدار CR به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{CR (سازه A)} = \frac{\sum_{1}^{n}(\text{بارهای عاملی سازه } A)^{2}}{\sum_{1}^{n}(\text{بارهای عاملی سازه } A)^{2}+\sum_{1}^{n}(\text{واریانس خطای اندازه‌گیری شاخص‌ها})^{2}}$$

1. Communalities
2. The Variance of Error Terms

نتایج خروجی نرم‌افزار و مقادیر AVE و CR محاسبه‌شده در جدول ۳، آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌کنید تمامی مقادیر CR بالاتر از ۰/۶ و همچنین تمامی مقادیر AVE از مقادیر حداقلی ۰/۵ و بالاتر برخوردارند که این موضوع نشان از برازش مناسب مدل‌های اندازه‌گیری پژوهش دارد.

جدول ۳. مقادیر پایایی ترکیبی و روایی همگرای متغیرهای پنهان مرتبه اول و دوم

متغیرهای پنهان مرتبه اول و دوم	CR	AVE
تأمین‌کنندگان پشتیبان	۰/۷۶۷	۰/۵۲۴
مدیریت پیوسته کسب‌وکار	۰/۷۴۹	۰/۶۰۰
تأمین‌کنندگان متعدد	۰/۸۲۰	۰/۶۹۶
فنّاوری اطلاعات	۰/۷۷۶	۰/۵۳۶
به اشتراک‌گذاری اطلاعات	۰/۷۷۶	۰/۵۳۷
نوآوری	۰/۷۶۷	۰/۵۲۴
رهبری	۰/۸۱۸	۰/۵۳۲
انعطاف‌پذیری فرآیند	۰/۷۵۶	۰/۶۰۸
انعطاف‌پذیری محصول	۰/۸۱۱	۰/۵۹۱
به اشتراک‌گذاری درآمد و ریسک	۰/۷۷۷	۰/۶۳۸
درنظر گرفتن عوامل ریسک در تصمیم‌گیری	۰/۷۱۷	۰/۵۶۰
انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	۰/۷۶۷	۰/۵۲۵
اعتماد	۰/۸۱۳	۰/۵۲۱
استراتژی تأخیر	۰/۷۶۷	۰/۵۲۳
ذخیره احتیاطی	۰/۷۸۶	۰/۶۴۸
انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	۰/۷۷۲	۰/۵۳۷
سرعت	۰/۷۷۹	۰/۵۴۱
ظرفیت مازاد	۰/۷۶۳	۰/۶۱۷
انعطاف‌پذیری	۰/۸۸۹	۰/۶۱۸
افزونگی	۰/۸۴۷	۰/۵۸
همکاری	۰/۷۹۵	۰/۵۷۸
فرهنگ مدیریت ریسک	۰/۸۹۱	۰/۶۶۶
چابکی	۰/۸۷۳	۰/۷۷۵
شفافیت	۰/۶۲۸	۰/۵

جدول ۴. ماتریس سنجش روایی واگرا به روش فورنل و لارکر

سازه‌ها	تأمین‌کنندگان پشتیبان	مدیریت پیوسته کسب‌وکار	تأمین‌کنندگان متعدد	فناوری اطلاعات	تسهیم اطلاعات	نوآوری
تأمین‌کنندگان پشتیبان	**۰/۷۲۳**					
مدیریت پیوسته کسب‌وکار	۰/۵۷۶	**۰/۷۷۴**				
تأمین‌کنندگان متعدد	۰/۴۳۰	۰/۵۲۲	**۰/۸۳۴**			
فناوری اطلاعات	۰/۵۴۲	۰/۶۴۱	۰/۴۸۷	**۰/۷۳۲**		
تسهیم اطلاعات	۰/۵۰۹	۰/۵۵۰	۰/۴۷۷	۰/۵۴۸	**۰/۷۳۲**	
نوآوری	۰/۵۹۰	۰/۵۳۰	۰/۴۶۶	۰/۵۶۳	۰/۴۹۹	**۰/۷۲۳**
رهبری	۰/۶۴۶	۰/۶۷۸	۰/۶۰۱	۰/۶۸۴	۰/۶۱۹	۰/۶۴۲
ظرفیت مازاد	۰/۴۹۰	۰/۴۲۲	۰/۳۸۷	۰/۳۰۸	۰/۴۰۲	۰/۳۵۴
انعطاف‌پذیری فرآیند	۰/۳۸۰	۰/۴۳۱	۰/۴۰۰	۰/۴۰۹	۰/۴۱۱	۰/۳۴۳
انعطاف‌پذیری محصول	۰/۶۲۳	۰/۶۳۲	۰/۵۵۲	۰/۵۷۱	۰/۶۰۰	۰/۵۳۰
اشتراک درآمد و ریسک	۰/۶۵۸	۰/۶۲۶	۰/۴۵۱	۰/۵۹۰	۰/۴۸۵	۰/۵۵۰
فاکتور ریسک	۰/۴۸۳	۰/۵۶۴	۰/۳۵۴	۰/۴۱۷	۰/۵۴۶	۰/۴۷۳
انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	۰/۵۶۷	۰/۵۹۸	۰/۴۸۵	۰/۵۷۹	۰/۵۳۹	۰/۵۸۹
اعتماد	۰/۶۸۸	۰/۶۵۸	۰/۵۰۵	۰/۵۸۴	۰/۶۲۷	۰/۵۹۸
استراتژی تأخیر	۰/۶۳۵	۰/۶۵۶	۰/۴۰۴	۰/۶۰۹	۰/۴۷۷	۰/۵۸۱
ذخیره احتیاطی	۰/۵۱۶	۰/۶۰۴	۰/۳۸۹	۰/۵۵۴	۰/۴۲۲	۰/۴۹۹
انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	۰/۵۱۸	۰/۶۱۷	۰/۴۸۳	۰/۵۱۲	۰/۵۰۳	۰/۵۴۴
سرعت	۰/۵۸۷	۰/۵۹۳	۰/۳۸۶	۰/۵۸۴	۰/۴۷۷	۰/۴۹۱

ادامه جدول ۴. ماتریس سنجش روایی واگرا به روش فورنل و لارکر

سازه‌ها	رهبری	ظرفیت مازاد	انعطاف‌پذیری فرآیند	انعطاف‌پذیری محصول	اشتراک درآمد و ریسک	فاکتور ریسک
تأمین‌کنندگان پشتیبان						
مدیریت پیوسته کسب‌وکار						
تأمین‌کنندگان متعدد						
فناوری اطلاعات						
تسهیم اطلاعات						
نوآوری						
رهبری	۰/۷۲۹					
ظرفیت مازاد	۰/۴۴۴	۰/۷۸۵				
انعطاف‌پذیری فرآیند	۰/۴۶۶	۰/۳۲۶	۰/۷۷۹			
انعطاف‌پذیری محصول	۰/۷۲۴	۰/۳۵۸	۰/۵۱۹	۰/۷۶۸		
اشتراک درآمد و ریسک	۰/۶۵۰	۰/۳۸۴	۰/۴۲۶	۰/۵۸۱	۰/۷۹۸	
فاکتور ریسک	۰/۴۷۰	۰/۳۴۶	۰/۳۰۰	۰/۴۳۸	۰/۴۹۴	۰/۷۴۸
انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	۰/۷۵۰	۰/۳۸۰	۰/۵۳۵	۰/۶۰۲	۰/۵۸۱	۰/۴۷۱
اعتماد	۰/۷۴۱	۰/۳۵۶	۰/۵۰۰	۰/۷۰۶	۰/۶۳۳	۰/۴۷۷
راهبرد تأخیر	۰/۶۱۱	۰/۳۹۳	۰/۴۴۴	۰/۵۵۰	۰/۵۸۰	۰/۴۵۹
ذخیره احتیاطی	۰/۵۷۹	۰/۴۳۴	۰/۴۷۱	۰/۵۳۲	۰/۵۶۱	۰/۳۷۴
انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	۰/۶۳۹	۰/۴۳۴	۰/۴۰۲	۰/۶۱۲	۰/۵۸۲	۰/۵۷۵
سرعت	۰/۶۰۳	۰/۵۴۲	۰/۳۹۷	۰/۵۲۸	۰/۴۹۳	۰/۵۰۲

ادامه جدول ۴. ماتریس سنجش روایی واگرا به روش فورنل و لارکر

سازه‌ها	انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	اعتماد	استراتژی تأخیر	ذخیره احتیاطی	انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	سرعت
تأمین‌کنندگان پشتیبان						
مدیریت پیوسته کسب‌وکار						
تأمین‌کنندگان متعدد						
فناوری اطلاعات						
تسهیم اطلاعات						
نوآوری						
رهبری						
ظرفیت مازاد						
انعطاف‌پذیری فرآیند						
انعطاف‌پذیری محصول						
اشتراک درآمد و ریسک						
فاکتور ریسک						
انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	۰/۷۲۴					
اعتماد	۰/۶۵۰	۰/۷۲۱				
راهبرد تأخیر	۰/۴۹۵	۰/۶۰۵	۰/۷۲۳			
ذخیره احتیاطی	۰/۵۷۷	۰/۵۸۰	۰/۵۴۱	۰/۸۰۴		
انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	۰/۵۳۳	۰/۵۷۳	۰/۵۳۷	۰/۵۳۴	۰/۷۳۲	
سرعت	۰/۵۱۷	۰/۶۱۴	۰/۶۰۴	۰/۵۸۴	۰/۵۰۲	۰/۷۳۵

با توجه به جدول ۴، مقدار جذر AVE متغیرهای مکنون در پژوهش حاضر که در خانه‌های موجود در قطر اصلی ماتریس قرار گرفته‌اند، از مقدار همبستگی میان آن‌ها که در خانه‌های زیرین و چپ قطر اصلی ترتیب داده شده‌اند بیشتر است؛ ازاین‌رو در پژوهش حاضر، سازه‌ها (متغیرهای مکنون) در مدل تعادل بیشتری با شاخص‌های خود دارند تا با سازه‌های دیگر؛ به بیان دیگر روایی واگرای مدل در حد مناسبی است. با توجه به مطالب گفته‌شده می‌توان ادعا کرد که برازش مدل اندازه‌گیری در حد مناسب است.

برای تعیین برازش ساختاری از دو معیار R^2 و Q^2 استفاده شده است. ضریب تعیین R^2 نشان از تأثیر یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا دارد و سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به‌عنوان مقدار ملاک برای ضعیف، متوسط و قوی R^2 در نظرگرفته می‌شوند. معیار Q^2، قدرت پیش‌بینی یک مدل را مشخص می‌سازد و درصورتی‌که مقدار آن در مورد یک سازه درون‌زا سه مقدار

۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ را کسب کند، به‌ترتیب نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی ضعیف، متوسط و قوی سازه یا سازه‌های برون‌زای مربوط به آن است.

با توجه جدول ۵، مقادیر R^2 تمامی سازه‌های برون‌زای مدل بیشتر از ۰/۴۷ و همچنین مقادیر Q^2 بیشتر از ۰/۲۷ است که این موضوع نشان از برازش مناسب مدل ساختاری دارد. بعد از اطمینان از برازش مدل‌های اندازه‌گیری و ساختاری به بررسی مدل کلی پژوهش پرداخته می‌شود.

برای برازش مدل کلی پژوهش، معیار GoF[1] به‌کار می‌رود. وتزلس و همکاران(۲۰۰۹) سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ را به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GoF معرفی کرده‌اند. این معیار توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$GoF = \sqrt{\overline{Communalities} \times \overline{R^2}}$$

به‌طوری‌که $\overline{Communalities}$، میانگین مقادیر اشتراکی هر سازه را نشان می‌دهد و $\overline{R^2}$ مقدار میانگین R Squares سازه‌های درون‌زای مدل است؛ بنابراین مقدار GoF برابر است با:

$$GoF = \sqrt{\overline{Communalities} \times \overline{R^2}} = \sqrt{.569 \times 0.683}\ \sqrt{0.388} = 0.622$$

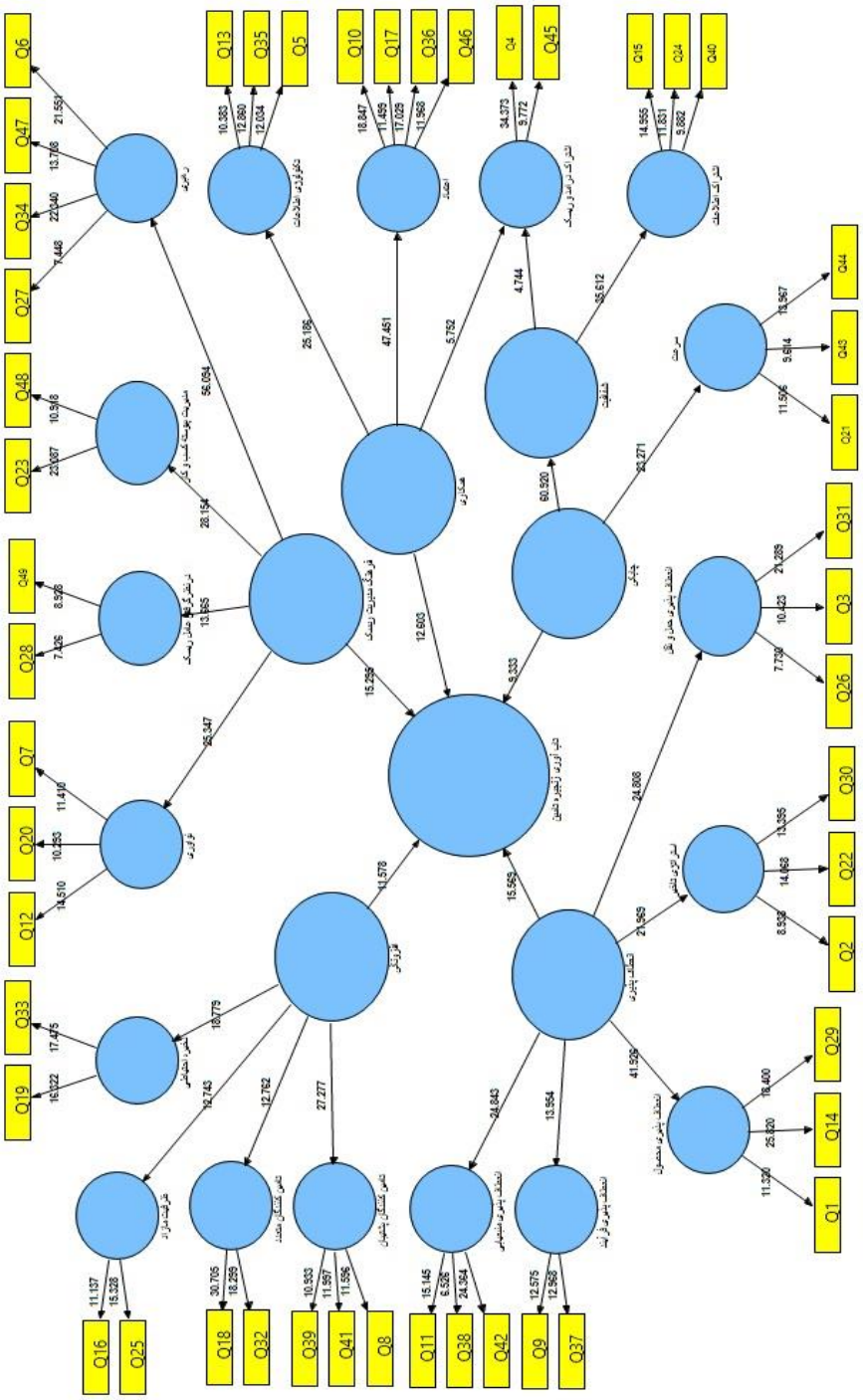
با توجه به سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ که به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GoF معرفی شد، حصول مقدار ۰/۶۲۲ نشان از برازش بسیار مناسب مدل کلی پژوهش حاضر دارد.

1. Goodness of Fit

جدول ۵. R^2 و Q^2 خروجی نرم افزار

سازه	معیار R^2	معیار Q^2
تأمین‌کنندگان پشتیبان	۰/۶۹۵	۰/۳۵۹
مدیریت پیوسته زنجیره تأمین	۰/۶۸۳	۰/۴۰۷
تأمین‌کنندگان متعدد	۰/۵۰۸	۰/۳۵۰
فناوری اطلاعات	۰/۶۹۲	۰/۳۷۱
به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات	۰/۸۱۱	۰/۳۵۰
نوآوری	۰/۶۷۰	۰/۳۴۵
رهبری	۰/۸۲۳	۰/۴۳۴
ظرفیت مازاد	۰/۵۳۶	۰/۳۲۸
انعطاف‌پذیری فرآیند	۰/۴۸۰	۰/۲۸۹
انعطاف‌پذیری محصول	۰/۷۳۳	۰/۴۲۷
تاب‌آوری	۰/۹۹۸۴	–
اشتراک درآمد و ریسک	۰/۷۳۴	۰/۴۷۰
درنظرگرفتن عوامل ریسک در تصمیم‌گیری	۰/۴۷۹	۰/۲۵۹
انعطاف‌پذیری حمل‌ونقل	۰/۶۵۱	۰/۳۳۷
اعتماد	۰/۸۱۲	۰/۴۲۲
راهبرد تأخیر	۰/۵۹۲	۰/۳۰۵
ذخیره احتیاطی	۰/۵۸۲	۰/۳۷۸
انعطاف‌پذیری منبع‌یابی	۰/۶۳۴	۰/۳۴۳
سرعت	۰/۷۰۳	۰/۳۷۹
شفافیت	۰/۸۴۷	۰/۳۵۹

پس از اطمینان از برازش کلی مدل به بررسی جزئی مدل یا همان آزمون فرضیه‌های مدل پرداخته می‌شود. در این مرحله ضریب اثرگذاری هر متغیر و معناداربودن این ضرایب مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای سنجش رابطه بین متغیرها در مدل از اعداد معناداری t استفاده می‌شود. اگر مقدار این اعداد بیشتر از ۱/۹۶ و کمتر از ۱/۹۶- باشد، نشان‌دهنده صحت رابطه میان متغیرها و درنتیجه تأیید فرضیه‌های پژوهش است. با توجه به شکل ۴، تمامی مقادیر T-Values بالاتر از ۱/۹۶ است و همه روابط تأیید می‌شوند.



شکل ۴. مقادیر T-Values

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در ادامه با توجه به نتایج آزمون مدل مفهومی و فرضیه‌های پژوهشی، در رابطه با تأثیر هر یک از متغیرهای پژوهش بر تاب‌آوری زنجیره تأمین به بحث و نتیجه‌گیری و همچنین ارائه پیشنهادهای کاربردی پرداخته می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که متغیر انعطاف‌پذیری ۰/۲۸۵ از تغییرات تاب‌آوری زنجیره تأمین را تبیین می‌کند؛ به‌بیان‌دیگر افزایش انعطاف‌پذیری در شرکت به افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین آن منجر خواهد شد. با توجه به مدل نهایی پژوهش به مدیران شرکت پیشنهاد می‌شود برای ایجاد تاب‌آوری در زنجیره تأمین خود، متغیر انعطاف‌پذیری را در اولویت قرار دهند و با اقداماتی همچون راهبرد تأخیر، انعطاف‌پذیری در منبع‌یابی، فرآیند، محصول و حمل‌ونقل انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین خود را افزایش دهند. فرهنگ مدیریت ریسک با ضریب تأثیر ۰/۲۶۱ دومین متغیر تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین است. به‌منظور بهبود فرهنگ مدیریت ریسک در زنجیره تأمین به مدیران شرکت پیشنهاد می‌شود، ریسک‌های زنجیره تأمین را در فاصله‌های زمانی مشخص ارزیابی و بروزرسانی کرده و در تمامی تصمیم‌های خود از آن‌ها استفاده کنند. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، نوآوری یکی از ابعاد مهم فرهنگ مدیریت ریسک و درنتیجه تاب‌آوری زنجیره تأمین به‌حساب می‌آید، مدیران باید سیاست‌ها و دستورالعمل‌هایی را برای نوآوری در بخش‌های ریسک‌پذیر زنجیره تأمین تهیه و تدوین کنند و از هرگونه نوآوری و ابتکارعمل در زنجیره تأمین حمایت کنند. نتایج اجرای مدل نشان می‌دهد، متغیر همکاری با ضریب تأثیر ۰/۱۹۶ سومین متغیری است که بیشترین نقش را در تبیین تاب‌آوری زنجیره تأمین دارد؛ به‌منظور بهبود این متغیر توجه به مواردی همچون اعتماد، اشتراک درآمد و ریسک بین شرکاء و فناوری اطلاعات پیشنهاد می‌شود. در پژوهش حاضر متغیرهای افزونگی و چابکی با داشتن ضرایب تأثیر ۰/۱۹۰ و ۰/۱۳۶ اولویت‌های بعدی در تبیین تاب‌آوری را به خود اختصاص دادند. مدیران شرکت می‌توانند با استفاده از تأمین‌کنندگان متعدد، تأمین‌کنندگان پشتیبان، ذخیره احتیاطی و ظرفیت مازاد نسبت به بهبود افزونگی و استفاده از شفافیت و سرعت به افزایش چابکی در زنجیره تأمین خود کمک کنند.

در پژوهش حاضر، مدل تاب‌آوری زنجیره تأمین در یک صنعت و شرکت خاص موردبررسی قرار گرفت؛ ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود پژوهشگران آتی مدل پژوهش را در صنایع و شرکت‌های مختلف موردآزمون قرار دهند و نسبت به میزان جامعیت آن اظهارنظر کنند.

منابع

1. Azevedo, S.G., Carvalho, H., Cruz-Machado, V., & Grilo, F. (2010). The Influence of agile and resilience practices on supply chain performance: an innovative conceptual model proposal. IN. Innovative Process Optimization Methods in Logistic, 265-281

2. Bakshi, N., & Kleindorfer, P., (2009). Co-opetition and investment for supply-chain resilience. *Prod. Oper. Manag. 18(6),* 583–603.

3. Barroso, A., H. Machado, R. Barros, & V. Cruz-Machado. (2010). Toward a Resilient Supply Chain with Supply Disturbances. *In Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Macau, China. 245–249.

4. Blackhurst, J., Dunn, J., & Craighead, C., (2011). An empirically derived framework of global supply resiliency. *Journal of Business Logistic. 32(4),* 374–391.

5. Brandon-Jones, E., Squire, B., Autry, C.W., & Petersen, K.J., (2014). A contingentresource-based perspective of supply chain resilience and robustness. *Journal of Supply Chain Management. 50(3),* 55–73

6. Cabral, I., Grilo, A., & Cruz Machado, V., (2012). A decision-making model for Lean, Agile, Resilient and Green supply chain management. *International Journal of Production Resaerch. 50(17),* 4830–4845

7. Carvalho, H. (2011). *Resilience index: Proposal and application in the automotive supply chain,* Proceedings of the 18th EUROMA Conference, 3–6 July, Cambridge, UK.

8. Carvalho, H., A. Barroso, V. Machado, S. Azevedo, & V. Machado. (2011). Supply Chain Resilience. A Simulation Study. Annals of DAAAM for 2011 & Proceedings of the 22nd International DAAAM Symposium, 22(1), 1611–1612.

9. Carvalho, H., Barroso, A.P., Machado, V.H., Azevedo, S., Cruz-Machado, V., 2012. Supply chain redesign for resilience using simulation. *Computers & Industrial Engineeering. 62,* 329–341.

10. Carvalho, H., Cruz-Machado, V., 2011. Integrating Lean, Agile, Resilience and Green paradigms in supply chain management (LARG_SCM). In: Dr. Pengzhong, Li (Ed.), Supply Chain Management. InTech, ISBN: 978-953-307-184-8.

11. Chiang, C., Kocabasoglu-Hillmer, C. & Suresh, N. (2012). An empirical investigation of the imp of strategic sourcing and flexibility on firm's supply chain agility. *International Journal of Operations & Production Management, 32(1),* 49-78.

12. Chopra, S. & Sodhi, M.S. (2004). Managing risk to avoid supply-chain breakdown. *Sloan Management Review, 46 (1),* 53-61.

13. Chopra, S., & Sodhi, M.S., (2014). Reducing the risk of supply chain disruption. *MIT Sloan Manag. Rev. 55(3),* 72–80.

14. Chowdhury, M.H., & Quaddus, M.A., (2015). A multiple objective optimization based QFD approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: the case of garment industry of Bangladesh. *Omega,* 0305-0483.

15. Christopher, M., & M. Holweg. (2011). Supply Chain 2.0: Managing Supply Chains in the Era of Turbulence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 41(1),* 63–82

16. Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistics Management, 15(2),* 1–13.

17. Christopher, M., & Rutherford. C. (2004). *Creating Supply Chain Resilience through Agile Six Sigma.* In Critical Eye Publications, June–August, 24–28

18. Cooper, M. C., Douglas, M. L., & Janus, D. P. (1997). Supply chain management: More than a new name for logistics. *International Journal of Logistics Management, 8(1),* 1-14.

19. Datta, P. (2007). *A Complex System, Agent Based Model for Studying and Improving the Resilience of Production and Distribution Networks.* PhD diss., Cranfield University.

20. Datta, P.P., Christopher, M., & Allen, P., (2007). Agent-based modeling of complex production/distribution systems to improve resilience. *International Journal of Logistics Research and Applications. 10(3),* 187–203

21. Davari, A., Rezazadeh, A. (2016). Strucrural Equation Modeling With PLS, Jahad Daneshgahi Publication, Tehran, (In Persian).

22. Erol, O., B. Sauser, & Mansouri, M. (2010). A Framework for Investigation into Extended Enterprise Resilience. *Enterprise Information Systems, 4(2),* 111–136

23. Faisal, M.N., Banwet, D.K., & Shankar, R., (2006). Supply chain risk mitigation: modeling the enablers. *Business Process Management Journal,. 12(4),* 535–552

24. Francis, V., (2008). Supply chain visibility: lost in translation? *Supply Chain Management: An International Journal 13(3),* 180–184.

25. Golgeci, I., & Ponomarov, S.Y., (2013). Does firm innovativeness enable effective responses to supply chain disruptions? An empirical study. *International Journal of Supply Chain Management, 18 (6),* 604–617.

26. Jafarnejad, A., Kazemi, A., Arab A. (2016). Identification and Prioritization of suppliers' resilience assessment indicators based on the best-worth practice method. *Industrial Management Practice, (23),* 159-186. (In Persian).

27. Jafarnejad, A., Safari, H., Mohseni, M. (2015). Analysis of relationship between measures of supply chain management paradigms and functional criteria with Structural Interpretation Modeling approach. *Industrial Management Practice.* (23), 131-157.

28. Jafarnezhad, A., Hashemi Petrudi, H., Talaie, H. (2014). New Approaches to Supply Chain Management. *Negahe Danesh Publications,* Tehran, (In Persian).

29. Jüttner, U., Maklan, S., 2011. Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study. *International Journal of Supply Chain Management, 16(4),* 246–259.

30. Kamalahmadi, M., & Mellat Parast, M. (2015). A Review of the Literature on the Principles of Enterprise and Supply Chain Resilience: Major Findings and Directions for Future Research. *International Journal of Production Economics,* 2015.

31. Keshavarz, P., Andalib Ardekani, D. (2017). Assessment the green product development and its impact on customer's mental image with structural equation modeling approach (case study: food industry in Yazd province). *Modern Research in Decision Making, 1(3),* 85-112.

32. Knemeyer, A.M., Zinn, W., & Eroglu, C., (2009). Proactive planning for catastrophic eventsin supply chains. J. Oper. Manage. 27, 141–153.

33. Mark Stevenson and Martin Spring., (2007). Flexibility from a supply chain perspective: definition and review. *International Journal of Operations & Production Management, 27,*

34. Melnyk, S.A., Closs, D.J., Griffis, S.E., Zobel, C.W., & Macdonald, J.R., (2014). Understanding supply chain resilience. *Supply Chain Management Review, 18 (1),* 34–41.

35. Mentzer, J. T., Foggin, J. H., & Golicic, S. G. (2000). Supply chain collaboration: Enablers, impediments, and benefits. *Supply Chain Management Review, 4(4),* 52–60.

36. Pettit, T.J., Fiksel, J. & Croxton, K.L. (2010). Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics, 31(1),* 1-21.

37. Pettit, Timothy J., K. Croxton, & J. Fiksel. (2013). Ensuring Supply Chain Resilience: Development and Implementation of an Assessment Tool. *Journal of Business Logistics, 34 (1),* 46–76

38. Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management, 20(1),* 124–143.

39. Pregenzer A. (2011). Systems resilience: a new analytical framework for nuclear nonproliferation. Albuquerque, NM: Sandia National Laboratories.

40. R. Rajesh, V. Ravi (2015). Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey–DEMATEL approach, Department of Humanities, Indian Institute of Space Science and Technology, Valiamala P.O., Thiruvananthapuram 695 547, India.

41. Reinmoeller, P., & Van Baardwijk, N., (2005). The link between diversity and resilience. *MIT Sloan Manag. Rev. 46 (4),* 61–65.

42. Robert F. Hurley & Tomas M.Hult. (1988). Innovation, Market Orientation, and Organizational Learning: An Integration and Empirical Examination. *Journal of Marketing, 62,* 42-54.

43. Sanchez, A.M. & Perez, M.P. (2005). Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management, 25(7),* 681-700.

44. Sawik T. (2013). Selection of resilient supply portfolio under disruption risks. *Omega, 41,* 259–69.

45. Sheffi, Yossi. (2005). *The resilient enterprise: Overcoming vulnerability for competitive advantage.* Cambridge, MA: MIT Press. 42-65.

46. Sinha, P.R., Whitman, L.E. & Malzahn, D. (2004). Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain. *Supply chain Management: An International Journal, 9(2),* 154-68.

47. Smith, R. (2004). Operational capabilities for the resilient supply chain. *Supply Chain Practice, 6(2),* 24–35.

48. Spekman, R. E., Kamauff, J. W., & Myhr, N. (1998). An empirical investigation into supply chain management: A perspective on partnerships. *Supply Chain Management: An International Journal, 3(2),* 53–67.

49. Spiegler, V.L.M., Naim, M.M & Wikner, J. (2012). A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience. *International Journal of Production Research, 50(21),* 6162-6187.

50. Svensson, G. (2001). Perceived trust towards suppliers and customers in supply chains of the Swedish automotive industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 31(9),* 647–662.

51. Tang, C. (2006). Robust Strategies for Mitigating Supply Chain Disruptions. *International Journal of Logistics, 9(1),* 33–45.

52. Umang Soni a, Vipul Jain b, Sameer Kumar, (2014). Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach, *Computers & Industrial Engineering, 74*, 11-25.

53. Waters, D. (2007). *Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics.* London, UK: Kogan Page.

54. Wieland, A., & Wallenburg, C.M., (2013). The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management, 43(4),* 300–320

55. Wilding, R., (2013). Supply chain temple of resilience. *Logistics and Transport Focus, 15(11),* 54–59.

56. Xiao, R., T. Yu, and X. Gong. (2012). Modeling and Simulation of Ant Colony's Labor Division with Constraints for Task Allocation of Resilient Supply Chains. *International Journal on Artificial Intelligence Tools, 21(3),* 1–19.