



Fuzzy Modeling for Measuring and Promoting Innovation Resilience of Supply Chains - Case Study: Automotive Parts Manufacturing Industry in Iran

Farshid Ghasedi Ghazvini , Farshad Faezi Razi* , Mohammad Mehdi Movahedi , Kiamars Fathi Hafshejani

*Associate Professor, Department of Management, Semnan Branch of Islamic Azad University, Semnan, Iran

(Received: 02/02/2025, Revised: 15/03/2025, Accepted: 23/05/2025, Published: 20/06/2025)

DOR: 20.1001.1.20089198.1404.27.86.5.7

ABSTRACT

Achieving the resilience of current supply chains from the perspective of organizational environmentalism, which are faced with increasing changes and disruptions due to uncertainty and also with the environmental characteristic of open innovation, is only possible through endogenous growth and increasing innovation capacity based on innovative adaptation. Referring to the limited understanding and existing study gaps in this field, the present study, while structuring the problem, seeks to measure and promote the supply chain innovation resilience using a mixed method in a qualitative part, including identifying and discovering the correspondence between resilience components and types of resilient innovation, and a quantitative part based on fuzzy modeling and conducting a case study for the supply chain of a selected Iranian company in the automotive parts manufacturing industry. The results of a successful case study based on establishing a fundamental link and correspondence between resilience components and types of innovation and translating it into a set of correct theoretical principles and logical propositions in the form of a fuzzy measurement model show that the model has acceptable validity and that resilient innovation, while having high empowerment potential through improving both dynamic capabilities and operational capabilities, plays a key role in improving the level of supply chain resilience. Also, the theoretical generalizability based on the integration of practical data and the results of the case study with a holistic and systemic theoretical realm based on contextual and logical relationships of the fuzzy model shows that the research findings, while having usability and transferability criteria, in addition to being applicable in similar situations, can be useful in creating and testing future related theories.

Keywords: Supply Chain Resilience Strategies, Resilience Operational Capabilities, Resilience Dynamic Capabilities, Resilient Innovation

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University

 Authors



* Corresponding Author Email: f.faezi@semnaniau.ac.ir

مدل سازی فازی سنجش و ارتقای تاب آوری نوآورانه زنجیره تامین مطالعه موردی: صنعت تولید قطعات خودرو در ایران

فرشید قاصدی قزوینی^۱، فرشاد فائزی رازی^{۲*}، محمد مهدی موحدی^۳، کیامرث فتحی هفشجانی^۴

۱- دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ۲- دانشیار مدیریت صنعتی، گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران. ۳- دانشیار مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ۴- استادیار مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

DOR: 20.1001.1.20089198.1404.27.86.5.7

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

چکیده

دستیابی به تاب آوری زنجیره های تامین فعلی با دیدگاه محیط گرایی سازمانی که از یک طرف با روزافزونی تغییرات و اختلالات ناشی از عدم قطعیت و از طرف دیگر با ویژگی محیطی نوآوری باز مواجه اند، تنها از طریق رشد درونزا و افزایش ظرفیت نوآوری مبتنی بر سازگاری نوآورانه میسر است. عطف به درک محدود و شکاف مطالعاتی موجود در این حوزه، پژوهش حاضر ضمن ساختار بندی مسئله درصدد سنجش و ارتقای تاب آوری نوآورانه زنجیره تامین به روش آمیخته و در دو بخش کیفی شامل شناسایی و کشف تناظر بین مولفه های تاب آوری و گونه های نوآوری تاب آورانه و بخش کمی مبتنی بر مدل سازی با رویکرد فازی و انجام مطالعه موردی برای زنجیره تامین یک شرکت منتخب ایرانی در صنعت تولید قطعات خودرو برآمده است. نتایج انجام مطالعه موردی موفق بر پایه ایجاد پیوند اساسی و تناظر میان مولفه های تاب آوری و گونه های نوآوری و ترجمه آن به مجموعه ای از اصول و گزاره های منطقی صحیح نظری در قالب مدل سنجش فازی نشان می دهد که مدل از اعتبار قابل قبولی برخوردار بوده و نوآوری تاب آورانه ضمن دارا بودن پتانسیل توانمندسازی بالا هم از طریق بهبود قابلیت های پویا و هم بهبود قابلیت های عملیاتی در ارتقای سطح تاب آوری زنجیره تامین نقش اساسی دارد. همچنین قابلیت تعمیم پذیری نظری بر پایه تلفیق داده ها و نتایج حاصل از مطالعه موردی با قلمرو نظری کل گرا و سیستمی مبتنی بر روابط زمینه ای و منطقی مدل فازی نشان می دهد که یافته های پژوهش ضمن دارا بودن معیارهای استفاده پذیری و انتقال پذیری، علاوه بر قابلیت کاربرد در موقعیت های مشابه، می توانند در جهت خلق و آزمون نظریه های مرتبط آتی مفید واقع گردند.

واژه های کلیدی: راهبردهای تاب آوری زنجیره تامین، قابلیت های عملیاتی تاب آوری، قابلیت های پویای تاب آوری، نوآوری تاب آورانه

۱- مقدمه

ضرورت توجه به مسئله مدیریت اختلال و احصای سطح بالای

تاب آوری پس از دوره همه گیری کوید ۱۹ و تاثیر گذاری حوزه های جدید از جمله زیست پذیری زنجیره تامین^۱، وجود شبکه های درهم تنیده^۲، اثر شلاقی میان صنعتی^۳ و فناوری های نوآورانه دیجیتال به عنوان یکی از نگرانی های روزافزون و اولویت مهم

بررسی روندهای آتی و جهت گیری های توسعه زنجیره تامین نشان می دهد که عدم قطعیت و روزافزونی اختلالات ناشی از آن و غیر قابل پیش بینی بودن افق های محیطی، در حال تبدیل شدن به عوامل اصلی آشفتگی عملکرد همکاری بین شرکت های زنجیره تامین فعلی و تحدید کننده احصای کارایی و اثربخشی آنها می باشد [۱].

¹ Supply Chain Viability

² Intertwined Networks

³ Cross-industry Ripple Effect

* رایانامه نویسنده مسئول: f.faezi@semnaniau.ac.ir

۲-۲- منابع و چگونگی بروز اختلال زنجیره تامین

اختلال زنجیره تامین هنگامی بروز می‌کند که ساختار، تسهیلات و برنامه‌های فرایندی معین زنجیره شامل تامین، تولید، انبارداری و توزیع و گزینه‌های حمل‌ونقل به علت وقوع رویدادهای غیرمنتظره ناشی از عوامل غیرعمدی طبیعی یا عوامل عمدی انسانی به‌طور اساسی تحت تاثیر قرار گرفته و یا برای ادامه فعالیت‌های عملیاتی از دسترس خارج شوند [۹] و شامل ویژگی‌های ۱- تناوب یا فرکانس اختلال به مفهوم فاصله زمانی بروز اختلال به‌صورت مودی یا مکرر، ۲- دوره زمانی یا طول مدت اختلال به‌صورت کوتاه، متوسط یا طولانی، ۳- کمیت یا شدت اختلال به مفهوم فقدان یا میزان خسارت ناشی از اختلال و ۴- وسعت یا دامنه اختلال می‌باشد [۱۰]. جستجوی منابع اختلال زنجیره تامین ریشه در تجزیه و تحلیل ریسک‌ها و آسیب‌پذیری زنجیره تامین^۳ دارد، هر فعالیتی که زنجیره تامین انجام می‌دهد ریسک ذاتی به همراه دارد که ممکن است باعث بروز اختلال شده و به‌لحاظ متصل بودن اعضا به یکدیگر به عنوان ویژگی بارز زنجیره تامین ضمن سرایت به تمام اعضا در گستره زنجیره تاثیرگذار باشد [۱۱]. این ریسک‌ها متناسب با اهداف پژوهش و در اقتباس از طبقه‌بندی‌های انجام‌شده توسط محققان قبلی در پنج دسته ریسک‌های خارجی اختلال ایمنی معلول تهدیدات غیرعمدی ناشی از بلایای طبیعی و ریسک‌های خارجی اختلال امنیت معلول تهدیدات عمدی بشری که معمولاً دارای ویژگی‌های احتمال وقوع پایین، شدت اثر بالا، بی‌قاعده از نظر شناسایی و تخمین، دارای گستره غیرقابل پیش‌بینی در نوع، مقیاس، ماهیت و تناوب هستند؛ و همچنین ریسک‌های داخلی عملیات تامین، فرایند و تقاضا ناشی از عدم هماهنگی بین اعضا زنجیره تامین که بخش عمده‌ای از آنها را می‌توان از طریق مدیریت موثر زنجیره تامین کاهش داد، در جدول ضمیمه (۱) طبقه‌بندی شده‌اند [۱۲-۱۵].

۲-۳- فازهای اختلال و راهبردهای مواجهه با آن

اختلال، فرایند مداخله یک رویداد منفی در سیستم زنجیره تامین بوده و بالقوه شامل فازهای سه‌گانه ذیل می‌باشد: ۱- فاز پیش از اختلال^۴ که هیچ یک از رویدادهای موجد اختلال هنوز رخ نداده‌اند.

شرکت‌ها و زنجیره تامین آنها بدل شده است [۲]. بررسی ادبیات نشان می‌دهد که برغم همه مطالعات انجام‌شده هنوز درک محدودی از تاب‌آوری زنجیره تامین و مباحث مرتبط با ادبیات حوزه مدیریت راهبردی از جمله نظریه قابلیت‌های پویا^۱ [۳] و نقش موکد قابلیت نوآوری و چگونگی پیاده‌سازی آن در تجربه و عمل به چشم می‌خورد [۴]، به‌طوری که فقدان رویکرد جامع مطالعات موجود ناشی از به‌کارگیری محدود مولفه‌های مرتبط در مفهوم‌سازی و سنجش تاب‌آوری نوآورانه، ضرورت تمرکز مطالعات آتی بر رویکرد یکپارچه‌سازی ویژگی‌های اصلی زنجیره تامین و بویژه قابلیت نوآوری با عناصر موثر تاب‌آوری را بیش از پیش آشکار می‌سازد [۵، ۶]. از اینرو پژوهش حاضر با دیدگاهی جامع در صدد ارائه مدلی کمی و کاربردی در یکپارچه‌سازی مفاهیم مرتبط و سنجش و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین مبتنی بر نوآوری و در پاسخ به سوالات زیر برآمده است: ۱- کدام مولفه‌ها و متغیرها در سنجش و ارتقای سطح تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین صنایع مختلف تاثیرگذار هستند؟ و ۲- راهبردها و فعالیت‌های مربوطه در ارتقای سطح تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین صنایع، چگونه ایفای نقش می‌کنند؟

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- مفهوم‌سازی تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین

مفهوم تاب‌آوری زنجیره تامین با دیدگاه محیط‌گرایی سازمانی و به‌عنوان انشعاب جدیدتر توسعه پایداری^۲ [۷] برغم دارا بودن ماهیت بین‌رشته‌ای و چندوجهی، به عنوان یک نتیجه و پیامد پویای قادر به کنترل عدم قطعیت و اختلالات پیش‌بینی‌نشده ناشی از آن، با توجه به توانمندی‌ها و قابلیت‌های سازمانی قلمداد می‌شود [۸] که سنجش آن مستلزم ارائه تعریف مناسبی از تاب‌آوری است. هرچند مطالعه ادبیات نشان می‌دهد که در زمینه تعاریف ارائه شده برای تاب‌آوری اتفاق نظر وجود ندارد [۵]، ولی چهار عامل: ۱- منابع و چگونگی بروز اختلال، ۲- فازهای اختلال و راهبردهای مواجهه با آنها، ۳- قابلیت‌های توانمندساز تاب‌آوری و ۴- گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه (موضوع و هدف پژوهش حاضر) در طراحی و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین نقش اساسی دارند.

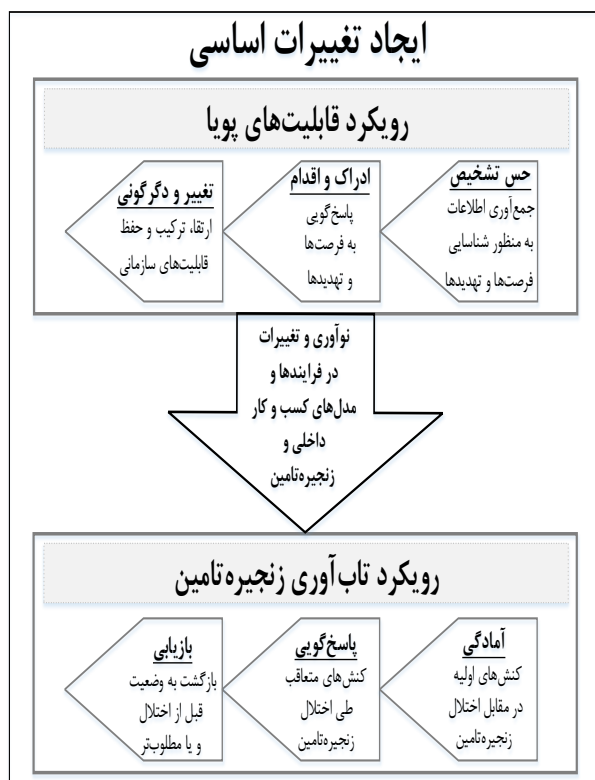
³ Supply Chain Vulnerability (SCV)
⁴ Pre-Disruption Phase

¹ Dynamic Capability Theory
² Sustainability

فرآیندهای دیجیتالی نیز کمک بسیاری در این زمینه نموده است [۱۹].

۴-۲- قابلیت های تاب آوری زنجیره تامین

تاب آوری با هدف ایجاد سازگاری از طریق توسعه قابلیت ها و ظرفیت ها به منظور مواجهه با اختلالات در جهت بقا و رقابت در یک محیط آشفته، با رویکرد قابلیت های پویا به منظور انجام تغییرات اساسی^۷ و گسترش تناسب تکاملی^۸ همگام با محیط بیرونی از طریق یکپارچگی و پیکربندی مجدد منابع، شایستگی ها و قابلیت های داخلی و خارجی سازمان در تقارب بوده و شرکت ها و زنجیره تامین آنها مطابق شکل (۱)، می توانند ضمن بهره گیری همزمان از این دو مقوله با استفاده از راهبردهای نوآورانه و پایدار در پیش بینی و سازگاری با تغییرات اساسی ناشی از عدم قطعیت و اختلالات، تاب آوری را برای دستیابی به موقعیت رقابتی خود ایجاد و بهینه نمایند [۲۰].



شکل (۱): ارتباط رویکرد قابلیت های پویا و تاب آوری زنجیره تامین

۲- فاز حین اختلال^۱ مشتمل بر فاز اختلال پنهان^۲ که اختلال در پی رخداد حداقل یک رویداد به تازگی شروع شده و این رویداد در عمل به انحراف منفی چشمگیری در برنامه های فرایندی زنجیره تامین منجر نشده و هنوز امکان جلوگیری از انباشت اثرات منفی اختلال وجود دارد. همچنین فاز اختلال حاد قابل کنترل، که اختلال به شکل انحراف و تاثیر منفی ملموس بر برنامه های فرایندی زنجیره تامین نمایان شده، اگرچه مهار اختلال با صرف منابع و هزینه بیشتر به منظور جلوگیری از افزایش اثرات منفی زیان بار امکان پذیر است. ۳- فاز پس از اختلال^۳ یا فاز اختلال حاد غیرقابل کنترل، که فرایندهای زنجیره تامین در پی اختلال به گونه ای محدود می شوند که به لحاظ عملیاتی، نتایج مبتنی بر برنامه تحقق پذیر نبوده و تلاش ها باید بر کاهش تاثیرات گسترده منفی و خسارت بیشتر متمرکز شود [۱۶]. مدیران و تصمیم گیرندگان زنجیره تامین ضمن همکاری با دیگر شرکا همواره به دنبال یافتن راه هایی برای مدیریت شرایط در طول فرایند مدیریت اختلال به منظور جلوگیری از ایجاد وقفه و به حداقل رساندن اثرات اختلال بوده و در تناسب با ویژگی ها و فازهای سه گانه آن، راهبردهایی جهت انتخاب بهینه ترکیبی از اقدامات متقابل طراحی و اجرا می کنند [۱۷]، که می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- راهبردهای کنشی^۴: شایستگی هایی از قبیل برنامه ریزی، پیشگیری، آمادگی و هوشیاری و گوش به زنگ بودن در فاز پیش از اختلال. ۲- راهبردهای همزمان^۵: تفکر و توانایی واکنش سریع و چابک در ایجاد سازگاری و پاسخ گویی متقابل به منظور تفوق در فاز حین اختلال. ۳- راهبردهای واکنشی^۶: توانمندی های مورد نیاز از قبیل بازیابی و برگشت به حالت اصلی سیستم و یا وضعیتی بهتر در فاز پس از اختلال [۱۸]. از آنجا که خسارات و هزینه های راهبردهای واکنشی و بازیابی زنجیره تامین پس از اختلال به مراتب بیشتر از سرمایه گذاری مربوطه در راهبردهای همزمان و کنشی است، مطلوبیت به کارگیری راهبردهای اخیر در مدیریت اختلال و تاب آوری، برغم میزان هزینه آنها در ارتباط با عملکرد مالی کلی زنجیره تامین همواره قابل توجیه است که توسعه فناوری و

¹ During-Disruption Phase

² Latent Disruption Phase

³ Post-Disruption Phase

⁴ Proactive Strategies

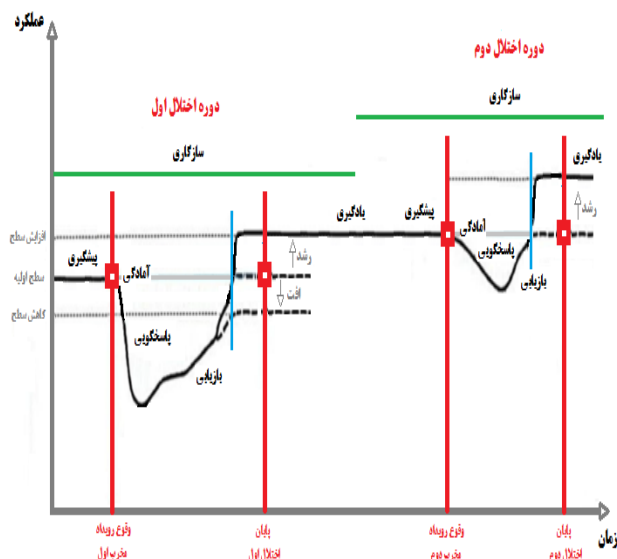
⁵ Concurrent Strategies

⁶ Reactive Strategies

⁷ Constitutional Change

⁸ Evolutionary Fitness

قابلیت‌های عملیاتی در خلال اختلال اول، میزان خسارت کمتر است [۳۸].



شکل (۲): قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری مطابق دیدگاه پژوهش حاضر

۲-۵- تبیین ارتباط و اثر نوآوری بر تاب‌آوری

زنجیره تامین

مبتنی بر فرضیه پویایی، کارایی و اثربخشی تاب‌آوری زنجیره تامین، صرف کسب قابلیت‌های چندی مانند آمادگی، انعطاف‌پذیری، پاسخ‌گویی و بازیابی در برابر اختلال قابل احصا نبوده، بلکه مستلزم ادراک صحیح پویایی و یکپارچگی همه اجزای تشکیل‌دهنده آن بر پایه دیدگاه راهبردی و شبکه پویا است و مدیران همواره باید به دنبال فرصت‌هایی برای بهبود موقعیت شرکت در یک شبکه موجود و یا حتی ساخت یک شبکه جدید مطلوب ضمن ایجاد ظرفیتی پویا برای نوآوری مستمر مبتنی بر تحلیل راهبردی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها و پیکربندی مجدد منابع باشند [۳۹، ۱۱]. تاکید ادبیات حوزه تاب‌آوری زنجیره تامین نشان از اهمیت جهش رو به جلو از طریق به‌کارگیری راهبردهای کنشی در قالب یک ذهنیت فعال آینده‌نگر مبتنی بر نوآوری و بهبودپذیری نسبت به راهبردهای واکنشی سنتی‌تر دارد [۴۰]. پرواضح است که تجربه و تجلی کارایی صرف برای رشد و بقای زنجیره‌های تامین فعلی که از یک طرف در محیط دارای عدم قطعیت بالا و تغییرات روزافزون ناشی از آن و از

بنا بر نظریه قابلیت‌های پویا عملکرد برتر تاب‌آوری ریشه در توانمندسازی دو نوع قابلیت سازمانی شامل قابلیت‌های پویا و عملیاتی تاب‌آوری دارد. قابلیت‌های پویا یک الگوی آماری از فعالیت‌های جمعی و روال‌های راهبردی است که از طریق آن یک سازمان اقدام‌های عملیاتی را برای پیکربندی منابع و حفظ مزیت رقابتی خود ایجاد و یا بهبود می‌دهد [۲۱]. همچنین قابلیت‌های عملیاتی طی مراحل مواجهه با اختلال ضمن توسعه یادگیری و دانش به‌منظور حفظ و ارتقای سطح عملیات در مراتب زمانی بعدی می‌توانند به‌عنوان قابلیت‌های پویای مهم تلقی گردند [۲۲].

۱- قابلیت‌های پویای تاب‌آوری زنجیره تامین^۱: نظر به ضرورت بهره‌گیری وسیع از منابع، فعالیت‌ها و روابط متقابل در قالب قابلیت‌های پویا و همسو با اهداف پژوهش حاضر، مطالعه مبسوط ادبیات مبتنی بر شناسایی و گردآوری حداکثری قابلیت‌های پویای تاب‌آوری انجام و در جدول ضمیمه (۲) مورد تعریف واقع شده‌اند [۲۳-۳۶].

۲- قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری زنجیره تامین^۲: ابعاد عملیاتی تاب‌آوری زنجیره تامین به‌عنوان توانایی و فرایند واکنش و تفوق بر رویدادهای غیرمنتظره که یک سازمان را به‌طور مستقیم قادر به پیشگیری، مواجهه و چیرگی بر اختلالات به‌منظور ابقاء موجودیت و اثربخشی مأموریت زنجیره تامین می‌کند، توسط محققان مختلف یا به‌طور مستقیم تحت عنوان قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری [۳، ۲۵، ۲۶] و یا ظرفیت‌های عملیاتی متناظر آنها مورد اشاره قرار گرفته‌اند [۳۷]، که چگونگی تقارب آنها با فازهای اختلال و راهبردهای تاب‌آوری زنجیره تامین ضمن تعریف در جدول ضمیمه (۳) مورد تشریح واقع شده‌اند. قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری در مواجهه با فازهای سه‌گانه اختلال مبتنی بر مثلث تاب‌آوری مشتمل بر سه عامل سطح عملکرد، تخمین خسارت و زمان بازیابی مطابق شکل (۲) به‌کار گرفته می‌شوند. همان‌طوری که مشخص است، زنجیره تامین طی دوره اول و همزمان با بروز اختلال اول خسارت بزرگی را متحمل می‌شود، در حالی که در دوره بعدی و در مواجهه با اختلال دوم به دلیل بهره‌گیری از تجارب یادگیری گذشته در ارتقای

¹ Supply Chain Resilience Dynamic Capability (SCRDC)

² Supply Chain Resilience Operational Capability (SCROC)

خدمات، ۳- نوآوری در محصول، مواد اولیه و انرژی و ۴- نوآوری در موقعیت منجر به تغییر در زمینه‌های مالی و بازار، در جدول ضمیمه (۴) ارائه شده‌اند.

۲-۶- ارزیابی تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین

ارزیابی و تحلیل کمی تاب‌آوری مستلزم مقایسه توامان شکاف میان آسیب‌پذیری ناشی از فشار تغییرات محیطی با قابلیت‌های منتج از کنترل‌های مدیریتی بوده و افزایش سطح تاب‌آوری مرهون تلاش هوشمند و مستمر در راستای ایجاد توازن و کاهش شکاف میان آنها است که همواره از طریق کاهش آسیب‌پذیری و توانمندسازی قابلیت‌ها امکان‌پذیر می‌باشد، چنان‌که وجود عدم توازن در جهت افزایش صرف آسیب‌پذیری، زنجیره تامین را در معرض ریسک بالا^۴ قرار می‌دهد و افزایش صرف قابلیت‌ها نیز موجب افزایش هزینه و تضییع سود^۵ خواهد بود [۳۱]. عطف به مباحث مطروحه در قسمت‌های قبل، ارتقای قابلیت‌های تاب‌آوری زنجیره تامین از طریق نوآوری‌های تاب‌آورانه متناظر امکان‌پذیر است که هم در جهت کاهش آسیب‌پذیری زنجیره تامین مبتنی بر قابلیت پویای مدیریت ریسک و قابلیت عملیاتی پیشگیری و اجتناب و هم در جهت افزایش توان کنترل‌های مدیریتی و توانمندسازی سایر قابلیت‌ها می‌تواند مفید و موثر واقع گردد. بدین منظور مطالعات اکتشافی و بررسی چگونگی روابط و تناظر بین قابلیت‌های پویا و عملیاتی تاب‌آوری با گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه زنجیره تامین به‌عنوان یکی از بارزترین اهداف پژوهش حاضر انجام و نتایج آن در جداول ضمیمه (۵) و (۶) ارائه شده است.

همچنین بررسی نتایج مربوط به پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که مطالعه کمی خاصی در مورد سنجش سطح و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین مبتنی بر فعالیت‌های نوآورانه انجام نشده است. سایر مطالعات کمی تبیینی و تجربی در خصوص بررسی اثر نوآوری بر تاب‌آوری زنجیره تامین عطف به مآخذ محققان در جدول (۷) ضمن مقایسه با مولفه‌های پژوهش حاضر ارائه شده است.

طرف دیگر در محیط دارای ویژگی نوآوری باز قرار دارند، ناکافی بوده و از دیدگاه معاصر تنها راه پیشرفت و بقا از طریق رشد درون‌زا مبتنی بر اکتشافات و به‌کارگیری راهبردهای افزایش ظرفیت نوآوری و تفکر عقلایی در همسویی و سازگاری نوآورانه و توسعه قابلیت‌های جدید و خلق ارزش به‌عنوان ویژگی محوری شرکت‌های تاب‌آور امکان‌پذیر می‌باشد [۴۱]. اگر نوآوری را انگیزه و توانایی جستجو و به‌کارگیری ایده‌ها، گونه‌ها و راهبردهای جدید نوآورانه در سازمان و زنجیره تامین به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری [۴۲] و تاب‌آوری را نیز به‌عنوان ظرفیت در حال بازایی یک سیستم به‌طور پیوسته و با این استدلال که چنین ظرفیتی برای نوآوری و فرایندهای خلق ارزش جدید در سیستم ضروری است [۴۳] قلمداد کنیم، ضرورت بهره‌گیری اثربخش از نوآوری و ملاحظه اهمیت بسزای آن در مدیریت تاب‌آوری زنجیره تامین تا آنجا گسترش می‌یابد که منجر به بازتعریف تاب‌آوری مبتنی بر نوآوری از طرف محققان این حوزه تحت عنوان تاب‌آوری نوآورانه^۱ به شرح: "یک رویکرد و رفتار جدید سازمانی به‌منظور مقابله با عدم قطعیت محیطی و اختلالات ناشی از آن مبتنی بر گونه‌ها و فعالیت‌های نوآورانه به‌واسطه ایجاد و یکپارچه‌سازی موثر پایایی و سازگاری منجر به تاب‌آوری" شده است [۴۴، ۴۵]. مطالعات مرتبط نشان می‌دهد که نوآوری تاب‌آورانه مبتنی بر رویکرد قابلیت‌های پویا می‌تواند از دو طریق و به‌صورت هم‌افزا بر تاب‌آوری زنجیره تامین در واکنش به اختلال تاثیرگذار باشد: ۱- به‌طور مستقیم ضمن تاثیر بر قابلیت‌های عملیاتی و عملکرد تاب‌آوری زنجیره تامین و ۲- به‌طور غیرمستقیم از طریق میانجی ارتقای قابلیت‌های پویای تاب‌آوری زنجیره تامین [۲۷]. ضمن مطالعه و بررسی ادبیات، گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه زنجیره تامین^۲ مورد شناسایی و عطف به مآخذ محققان ضمن طبقه‌بندی در ابعاد چهارگانه نوآوری^۳ متمرکز بر ماهیت و زمینه تغییر به شرح: ۱- نوآوری در پارادایم‌های سازمانی و زنجیره تامین منجر به ایجاد تغییرات اساسی در مدل‌های ذهنی و ساختارهای اجتماعی و کاربرد راهبردهای جدید، ۲- نوآوری در فرایند و فناوری منجر به تغییر در روشهای تولید و تحویل محصولات و

¹ Innovation Resilience

² Supply Chain Resilience Innovation (SCRIN)

³ 4P of Innovation: Products, Processes, Positioning, Paradigm

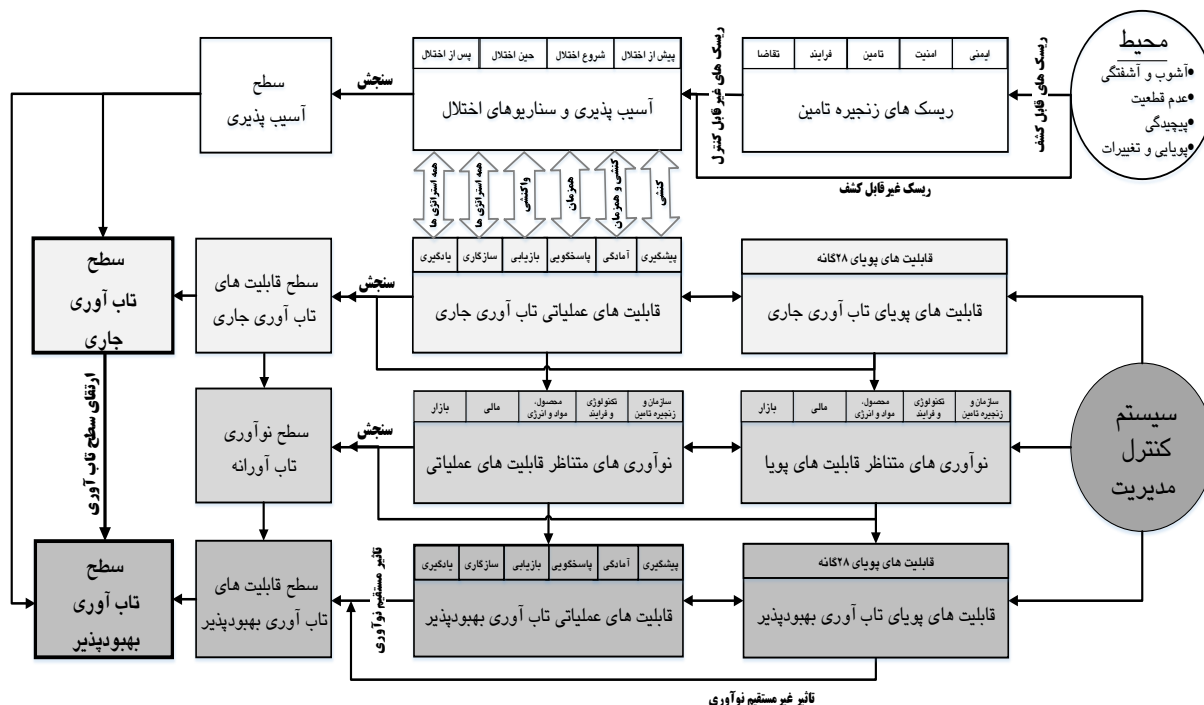
⁴ Exposure to Risk

⁵ Erosion of Profits

جدول (۷): نتایج بررسی پیشینه پژوهش

محققان	متغیرهای مستقل نوآوری	متغیرهای میانجی قابلیت‌های پویا	متغیرهای وابسته تاب‌آوری	حوزه پژوهش	روش تحلیل کمی
پژوهش حاضر	۱- سازمان و زنجیره تامین، ۲- فناوری و فرایند، ۳- محصول و مواد و انرژی، ۴- وضعیت مالی، ۵- وضعیت بازار	قابلیت‌های پویای ۲۸ گانه تاب‌آوری مورد شناسایی	۱- پیشگیری و اجتناب، ۲- آمادگی و جذب، ۳- پاسخ‌گویی و کنترل، ۴- بازیابی و تداوم، ۵- سازگاری و هم‌زیستی، ۶- یادگیری و رشد	صنعت تولید قطعات خودرو ایران	Fuzzy Modeling - Case Study
[۶]	اجتماعی، راهبرد، فناوری، و مالی	-	عملکرد تاب‌آوری	صنایع غذایی هند	MCDM-SWARA
[۴۲]	ایده ها، محصول، فناوری و فرایند	عدم قطعیت تامین، وابستگی متقابل	آمادگی، پاسخ‌گویی، بازیابی، یادگیری	صنایع مختلف آمریکا و اروپا	Statistical Analysis
[۴۴]	فرهنگ، راهبری، تیم	-	پایایی، سازگاری	صنایع مختلف چین	Multiple Case Study
[۴۵]	سازمانی و زنجیره تامین، فناوری و فرایند	استواری	پاسخ‌گویی، بازیابی، سازگاری	صنایع مختلف کره جنوبی	SEM-CFA
[۴۹]	فناوری - پردازش اطلاعات	هماهنگی بین وظیفه ای، عدالت / اعتماد اطلاعاتی	آمادگی، پاسخ‌گویی، بازیابی، یادگیری	صنایع مختلف چین	SEM-Amos
[۵۳]	فناوری دیجیتال	آگاهی و حساسیت، اشتراک اطلاعات، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری اقتصادی، فرهنگ، مدیریت ریسک، مدیریت لجستیک، موقعیت بازار، همسویی، همکاری	راهبردهای تاب‌آوری - کنشی، همزمان و واکنشی	صنایع غذایی آفریقا	Multiple Case Study
[۵۴]	نوآوری سبز در محصولات، مواد و انرژی	مدیریت لجستیک	پیشگیری، آمادگی، پاسخ‌گویی، بازیابی	صنایع مختلف ترکیه	SEM-Amos
[۶۰]	فناوری هوش مصنوعی	همکاری	پاسخ‌گویی، بازیابی، سازگاری	صنایع بین‌المللی	SEM-CFA
[۶۱]	فناوری‌های صنعت ۴	-	عملکرد تاب‌آوری	کارشناسان بین‌المللی	Delphi Study-Fuzzy C-Means Algorithm
[۶۲]	فناوری دیجیتال	افزونگی، رویت‌پذیری، آگاهی، مدیریت ریسک، چابکی، همکاری، مدیریت دانش	جذب، پاسخ‌گویی، بازیابی	صنایع تولیدی چین	SEM-Amos
[۶۳]	سازمانی، تولیدی، فرایندی، بازاریابی	-	عملکرد تاب‌آوری	صنایع فلزی ایران	SEM-Amos

ضمن جمع‌بندی مباحث نظری و پیشینه ذکر شده و همسو با اهداف پژوهش، مدل مفهومی سنجش و ارتقای سطح تاب‌آوری زنجیره



شکل (۳): مدل مفهومی، یژوهش

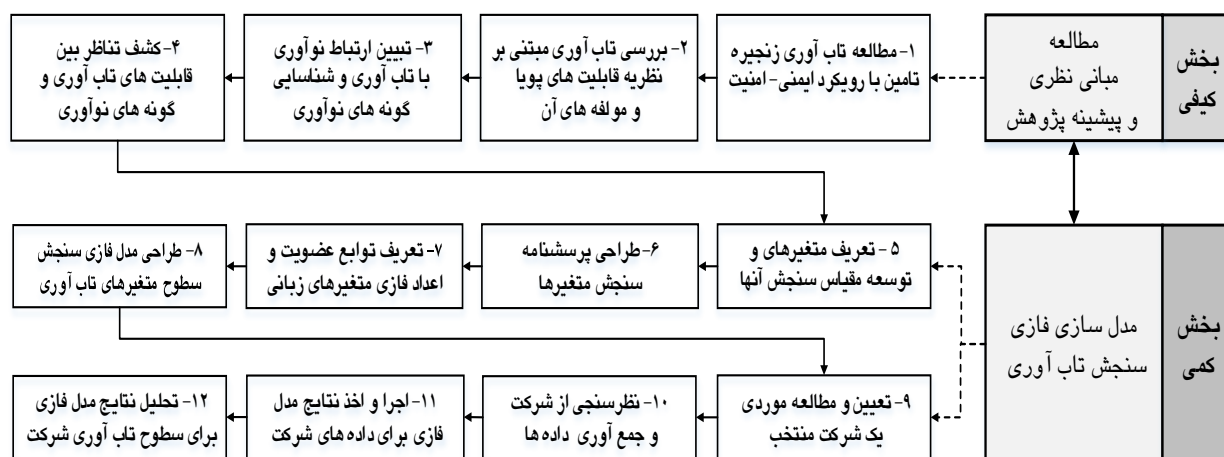
۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به عنوان بخشی از یک مطالعه کل گرا^۱ و گسترده تر طراحی و مدل سازی تبیین ارتباط و اثر نوآوری بر تاب آوری زنجیره تامین، از منظر مسئله پژوهش، توصیفی-اکتشافی و به لحاظ نوع، پیمایشی و مقطعی و همچنین از نظر هدف، کاربردی-توسعه ای است، که به روش مدل سازی با رویکرد فازی و انجام مطالعه موردی ابزاری^۲ با کانون تمرکز روی مسئله پژوهش (و نه مطالعه موردی ذاتی^۳ و تمرکز بر مورد مطالعه) به روش آمیخته و در دو بخش: ۱- کیفی طی مراحل ۱ تا ۴، ضمن مطالعه سیستماتیک ادبیات و بررسی دقیق مباحث نظری و پیشینه پژوهش جهت استخراج و طبقه بندی مفاهیم، ابعاد، متغیرها و شاخص های مرتبط با تاب آوری نوآورانه زنجیره تامین و همچنین مطالعه اکتشافی چگونگی تناظر بین آنها و ارائه مدل مفهومی و ۲- کمی طی مراحل ۵ تا ۱۲، شامل طراحی پرسش نامه محقق ساخته و نظرسنجی و جمع آوری داده ها و مدل سازی فازی سنجش، و ارتقای سطح تاب آوری و انجام مطالعه

³ Intrinsic Case Study

پژوهشی متمرکز است و زنجیره تامین هر شرکتی از جامعه آماری پژوهش می‌تواند مورد انتخاب واقع گردد. همچنین طی فرایند مدل‌سازی از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ به‌منظور ایجاد بستر ورودی متغیرها و تجزیه و تحلیل داده‌ها و از نرم‌افزار Matlab نسخه R2015b جهت مدل‌سازی فازی بهره‌گیری شده است.

منتخب فعال در حوزه صنعت تولید قطعات خودرو به صورت تصادفی در محدوده زمانی نیمه دوم سال ۱۴۰۳ به عنوان نمونه انتخاب و ضمن نظرسنجی از آن، داده‌های مربوطه جمع‌آوری شده است. لازم به‌ذکر است که سوگیری در انتخاب نمونه در مطالعه موردی ایزاری موضوعیت ندارد، به این علت که در این نوع مطالعه تمرکز روی مورد مطالعه نبوده و کانون توجه بر چگونگی ادراک مسئله و سوال



شکل (۴): روش شناسی و مراحل انجام پژوهش

زنجیره تامین با استفاده از رویکرد منطق فازی به‌ترتیب ذیل انجام‌شده است.

۱. تعریف شاخص‌ها و متغیرها و نمادهای پارامتریک مدل: شاخص‌ها و متغیرهای پارامتریک مدل فازی مطابق جدول (۸) مورد تعریف و پیاده‌سازی شده است.

۴- مدل‌سازی فازی سنجش و ارتقای سطح تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین

مطابق اهداف پژوهش، مراتب مدل‌سازی سنجش و ارتقای سطح تاب‌آوری و ارزیابی مطلوبیت متغیرهای موثر بر تاب‌آوری نوآورانه

جدول (۸): تعریف متغیرها و شاخص‌های مدل فازی و علائم پارامتریک آنها

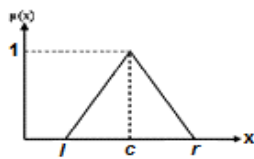
شاخص‌ها و متغیرها	علائم پارامتریک	عدد فازی
متغیر زبانی سنجش فازی داده‌ها	$A_f, (f=1-5)$	$[a_l, a_c, a_r]_f$
شاخص‌های احتمال وقوع ریسک	$L_i, (i=1-37)$	$[l_l, l_c, l_r]_i$
شاخص‌های شدت اثر ریسک	$S_i, (i=1-37)$	$[s_l, s_c, s_r]_i$
شاخص‌های آسیب‌پذیری	$V_i, (i=1-37)$	$[v_l, v_c, v_r]_i$
متغیرهای آسیب‌پذیری بخشی	$SCV_j, (j=1-5)$	$[v_l, v_c, v_r]_j$
متغیر آسیب‌پذیری کل	SCV	$[V_l, V_c, V_r]$
شاخص‌های قابلیت پویای تاب‌آوری جاری	$SCRDC_m, (m=1-28)$	$[d_l, d_c, d_r]_m$
متغیر قابلیت پویای تاب‌آوری جاری	SCRDC	$[d_l, d_c, d_r]$
شاخص‌های قابلیت عملیاتی تاب‌آوری جاری	$SCROC_n, (n=1-6)$	$[o_l, o_c, o_r]_n$
متغیر قابلیت عملیاتی تاب‌آوری جاری	SCROC	$[o_l, o_c, o_r]$
متغیر قابلیت تاب‌آوری کل جاری	SCRC	$[c_l, c_c, c_r]$
متغیرهای تاب‌آوری بخشی جاری	$SCR_j, (j=1-6)$	$[r_l, r_c, r_r]_j$
متغیر تاب‌آوری کل جاری	SCR	$[r_l, r_c, r_r]$
شاخص‌های نوآوری تاب‌آورانه	$RIN_p, (p=1-46)$	$[ln_l, ln_c, ln_r]_p$

جدول (۸): تعریف متغیرها و شاخص های مدل فازی و علائم پارامتریک آنها

شاخص ها و متغیرها	علائم پارامتریک	عدد فازی
متغیرهای نوآوری تاب آورانه بخشی	$SCRIN_q, (q=1-5)$	$[In_l, In_c, In_r]_q$
متغیر نوآوری تاب آورانه کل	SCRIN	$[In_l, In_c, In_r]$
متغیرهای نوآوری تاب آورانه متناظر با قابلیت پویا	$SCRDCIN_m, (m=1-28)$	$[In_l, In_c, In_r]_m$
متغیرهای نوآوری تاب آورانه متناظر با قابلیت عملیاتی	$SCROCIN_n, (n=1-6)$	$[In_l, In_c, In_r]_n$
شاخص های قابلیت پویای تاب آوری بهبودپذیر	$SCRDC'_m, (m=1-28)$	$[d'_l, d'_c, d'_r]_m$
متغیر قابلیت پویای تاب آوری بهبودپذیر	SCRDC'	$[d'_l, d'_c, d'_r]$
شاخص های قابلیت عملیاتی تاب آوری بهبودپذیر	$SCROC'_n, (n=1-6)$	$[o'_l, o'_c, o'_r]_n$
متغیر قابلیت عملیاتی تاب آوری بهبودپذیر	SCROC'	$[o'_l, o'_c, o'_r]$
متغیر قابلیت تاب آوری کل بهبودپذیر	SCRC'	$[c'_l, c'_c, c'_r]$
متغیرهای تاب آوری بخشی بهبودپذیر	$SCR'_j, (j=1-5)$	$[r'_l, r'_c, r'_r]_j$
متغیر تاب آوری کل بهبودپذیر	SCR'	$[r'_l, r'_c, r'_r]$
متغیرهای عمومی فازی	$X, (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR')$	$[x_l, x_c, x_r]$
متغیرهای زبانی سطوح فازی مرجع	$B_h, (h=1-9)$	$[b_l, b_c, b_r]_h$
فاصله منهن متغیرها از سطوح فازی مرجع	$D[X, B_h]$	Crisp
تشابه متغیرها با سطوح فازی مرجع	$S[X, B_h]$	Crisp
سطح فازی متغیرها	$Z_X, (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR')$	Crisp
مطلوبیت سطح فازی متغیرها	$(Z_X)_{utility}, (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR')$	Crisp

۲. تعریف و مقیاس بندی فازی متغیرهای زبانی سنجش: متغیرهای زبانی پنج گانه سنجش و مولفه های فازی متناظر آنها به شرح جدول (۹) مورد تعریف و طی مراحل بعدی مدل سازی فازی مورد استفاده واقع شده است

جدول (۹): مقیاس بندی متغیرهای زبانی سنجش و مولفه های فازی آن

متغیرهای زبانی سنجش	نماد	اعداد فازی مثلثی	شکل و تابع عضویت فازی مثلثی
	$A_f, (f=1-5)$	$[a_l, a_c, a_r]_f$	
بسیار پایین	A_1	$[0, 0, 2/5]$	 $\mu_f(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{c-l} & l < x < c \\ \frac{r-x}{r-c} & c < x < r \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$
پایین	A_2	$[0, 2/5, 5/5]$	
متوسط	A_3	$[2/5, 5/5, 7/5]$	
بالا	A_4	$[5/5, 7/5, 10/5]$	
بسیار بالا	A_5	$[7/5, 10/5, 10/5]$	

$$S_i = [s_l, s_c, s_r]_i; (i=1-37)$$

سپس به منظور محاسبه هر یک از شاخص های آسیب پذیری V_i یک سیستم استنتاج فازی^۱ شامل دو متغیر ورودی احتمال وقوع و شدت اثر ریسک، موتور استنتاج فازی ممدانی^۲، شامل قواعد استنتاج

۳. محاسبات مربوط به شاخص ها و متغیرهای ریسک و آسیب پذیری زنجیره تامین: فازی سازی متغیرهای زبانی مورد سنجش پرسشنامه ای شاخص های ۳۷ گانه ریسک با عاملیت احتمال وقوع I_i و شدت اثر S_i با استفاده از جدول (۹) و طبق روابط ۱ و ۲ انجام شده است.

رابطه ۱: فازی سازی احتمال وقوع ریسک

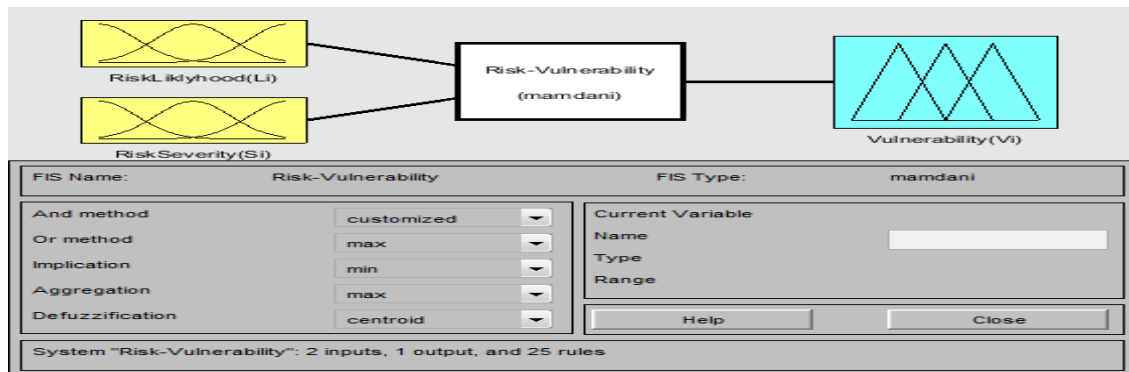
$$L_i = [l_l, l_c, l_r]_i; (i=1-37)$$

رابطه ۲: فازی سازی شدت اثر ریسک

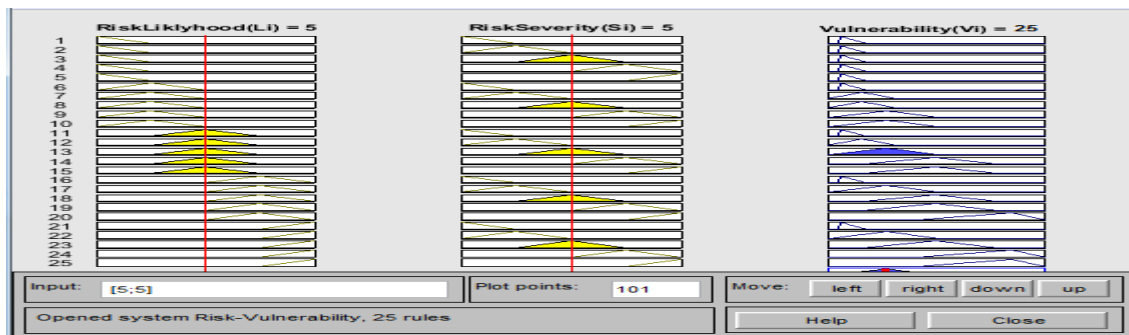
^۱ Fuzzy Inference System (FIS)

^۲ Mamdani

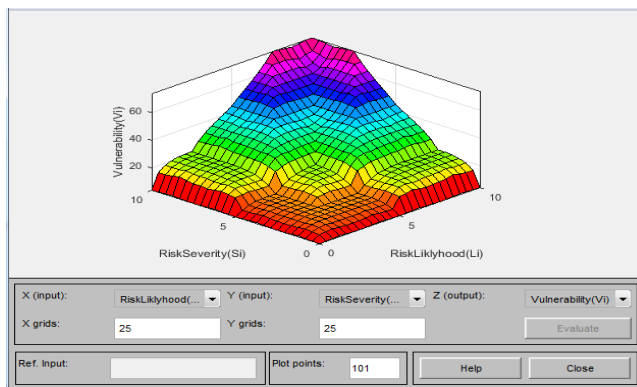
فازی و شاخص خروجی آسیب‌پذیری طراحی شده است که نتایج استنتاج مربوطه در اشکال (۵) تا (۸) ارائه شده است.



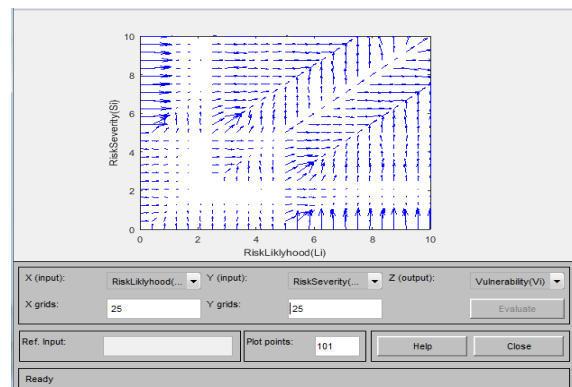
شکل (۵): سیستم استنتاج فازی آسیب‌پذیری



شکل (۶): قواعد استنتاج فازی آسیب‌پذیری



شکل (۸): نمودار سطح فازی آسیب‌پذیری



شکل (۷): نمودار ارتعاش فازی آسیب‌پذیری

ضرب خارجی دو عدد فازی مثلثی بر اساس ضرب اسکالر استفاده شده است [۶۴].

رابطه ۳: محاسبه شاخص‌های آسیب‌پذیری

$$V_i = L_i \odot S_i = [l_i, l_c, l_r]_i \odot [s_i, s_c, s_r]_i = [l_i s_c + s_i l_c - l_c s_c, l_c s_c, l_i s_c + s_i l_r - l_c s_c]_i = [v_i, v_c, v_r]_i; \quad (i=1-37)$$

همچنین قواعد استنتاج فازی ۲۵ گانه مبتنی بر ماتریس احتمال-اثر افشای ریسک و آسیب‌پذیری^۱ طبق جدول (۱۰)، ضمن حاصل ضرب و تجمیع اثر شاخص‌های احتمال وقوع و شدت اثر ریسک برای محاسبه هر یک از شاخص‌های آسیب‌پذیری مطابق رابطه ۳ تعریف شده‌اند. از آنجا که ضرب معمولی دو عدد فازی حافظ شکل نیست، به‌منظور حفظ شکل اعداد فازی مثلثی در راستای اهداف پژوهش از

^۱Vulnerability-Risk Exposure Matrix

جدول (۱۰): ماتریس احتمال-اثر افزایش ریسک و آسیب پذیری

احتمال وقوع ریسک (L _i)	بسیار بالا	آسیب پذیری بسیار پایین	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری بالا	آسیب پذیری بسیار بالا
بسیار بالا	(۷/۵, ۱۰, ۱۰)	(۰, ۰, ۲۵)	(-۶/۳, ۲۵, ۵۰)	(۱۲/۵, ۵۰, ۷۵)	(۳۱/۳, ۷۵, ۱۰۰)
بالا	(۵, ۷/۵, ۱۰)	(۰, ۰, ۱۸/۸)	(-۶/۳, ۸/۱۸, ۸/۴۳)	(۶/۳, ۳۷/۵, ۶۸/۸)	(۱۸/۸, ۵۶/۳, ۹۳/۸)
متوسط	(۲/۵, ۵, ۷/۵)	(۰, ۰, ۱۲/۵)	(-۶/۳, ۱۲/۵, ۳۱/۳)	(۰, ۲۵, ۵۰)	(۶/۳, ۳۷/۵, ۶۸/۸)
پایین	(۰, ۲/۵, ۵)	(۰, ۰, ۶/۳)	(-۶/۳, ۶/۳, ۱۸/۸)	(-۶/۳, ۱۲/۵, ۳۱/۳)	(-۶/۳, ۲۵, ۵۰)
بسیار پایین	(۰, ۰, ۲/۵)	(۰, ۰, ۰)	(۰, ۰, ۶/۳)	(۰, ۰, ۱۲/۵)	(۰, ۰, ۲۵)
	بسیار پایین	بسیار پایین	پایین	متوسط	بالا
	(۰, ۰, ۲/۵)	(۰, ۰, ۶/۳)	(۰, ۲/۵, ۵)	(۲/۵, ۰, ۷/۵)	(۷/۵, ۱۰, ۱۰)
شدت اثر ریسک (S _i)					

متغیر قابلیت تاب آوری کل جاری نیز مطابق رابطه ۱۰ از میانگین متغیر قابلیت پویا و متغیر قابلیت عملیاتی محاسبه می شود.

رابطه ۱۰: متغیر قابلیت تاب آوری کل جاری

$$SCRC = SCRDC + SCROC / 2 = [c_1, c_c, c_r]$$

۵. محاسبه تاب آوری جاری: تاب آوری بخشی جاری از تفاضل بین متغیر قابلیت کل تاب آوری جاری از متغیرهای آسیب پذیری بخشی مطابق رابطه ۱۱ حاصل می شود (نکته مهم اینکه در مقوله محاسبه تاب آوری مبتنی بر تفاضل، قطبیت متغیرهای قابلیت های تاب آوری و آسیب پذیری یکسان و همسو در نظر گرفته می شوند).

رابطه ۱۱: تاب آوری بخشی جاری

$$SCR_j = SCRC - SCV_j = [r_1, r_c, r_r] ; (j=1-5)$$

همچنین تاب آوری کل جاری طبق رابطه ۱۲ از میانگین شکاف های تاب آوری بخشی جاری بدست می آید.

رابطه ۱۲: تاب آوری کل جاری

$$SCR = \sum SCR_j / 5 = [r_1, r_c, r_r] ; (j=1-5)$$

۶. محاسبات مربوط به شاخص ها و متغیرهای نوآوری تاب آورانه: با استفاده از داده های متغیر زبانی مورد سنجش پرسشنامه ای مربوط به شاخص های نوآوری تاب آورانه، عدد فازی متناظر آنها با استفاده از جدول (۲۴) و مبتنی بر رابطه ۱۳ تعیین می گردد.

رابطه ۱۳: تعیین عدد فازی شاخص های نوآوری تاب آورانه

$$RIN_p = [In_1, In_c, In_r]_p ; (P=1-46)$$

متغیرهای نوآوری تاب آورانه بخشی نیز از میانگین شاخص های متناظر طبق رابطه ۱۴ مورد محاسبه قرار می گیرد.

رابطه ۱۴: متغیرهای نوآوری تاب آورانه (تعداد شاخص های نوآوری تاب آورانه متناظر با هر متغیر نوآوری تاب آورانه q است)

سپس مطابق رابطه ۴، مقادیر فازی هر یک از متغیرهای آسیب پذیری بخشی زنجیره تامین (SCV_j) حاصل از میانگین شاخص های آسیب پذیری مربوطه (V_i) محاسبه می شود.

رابطه ۴: محاسبه متغیرهای آسیب پذیری بخشی (N_{ij}) تعداد شاخص های آسیب پذیری مربوط به متغیر آسیب پذیری (z است)

$$SCV_j = \sum (V_i)_j / N_{ij} = [V_1, V_c, V_r]_j ; (i=1-37, j=1-5)$$

متغیر آسیب پذیری کل زنجیره تامین از میانگین متغیرهای آسیب پذیری بخشی طبق رابطه ۵ بدست می آید.

رابطه ۵: محاسبه متغیر آسیب پذیری کل

$$SCV = \sum SCV_j / 5 = [V_1, V_c, V_r] ; (j=1-5)$$

۴. محاسبات مربوط به متغیرهای قابلیت پویا، عملیاتی و کل تاب آوری جاری: با استفاده از داده های متغیر زبانی پرسشنامه ای مورد سنجش مربوط به شاخص های قابلیت های پویا و قابلیت های عملیاتی، عدد فازی متناظر آنها با استفاده از جدول (۲۴) و مطابق روابط ۶ و ۷ تعیین می گردد.

رابطه ۶: عدد فازی شاخص های قابلیت پویای تاب آوری جاری

$$SCRDC_m = [d_1, d_c, d_r]_m ; (m=1-28)$$

رابطه ۷: عدد فازی شاخص های قابلیت عملیاتی تاب آوری جاری

$$SCROC_n = [o_1, o_c, o_r]_n ; (n=1-6)$$

متغیرهای قابلیت پویا و قابلیت عملیاتی تاب آوری جاری از میانگین فازی شاخص های مربوطه مطابق روابط ۸ و ۹ محاسبه می شود.

رابطه ۸: متغیر قابلیت پویای تاب آوری جاری

$$SCRDC = \sum SCRDC_m / 28 = [d_1, d_c, d_r] ; (m=1-28)$$

رابطه ۹: متغیر قابلیت عملیاتی تاب آوری جاری

$$SCROC = \sum SCROC_n / 6 = [o_1, o_c, o_r] ; (n=1-6)$$

رابطه ۲۱: متغیرقابلیت عملیاتی تاب‌آوری بهبودپذیر

$$SCROC' = \sum SCROC'_n / 6 = [o'_1, o'_c, o'_r] ; (n=1-6)$$

همچنین میانگین قابلیت پویا و عملیاتی بهبودپذیر طبق رابطه ۲۲ قابلیت کل تاب‌آوری بهبودپذیر را بدست می‌دهد.

رابطه ۲۲: متغیرقابلیت تاب‌آوری کل بهبودپذیر

$$SCRC' = (SCRDC' + SCROC') / 2 = [c'_1, c'_c, c'_r]$$

۸. محاسبه تاب‌آوری بخشی و کل بهبودپذیر: تاب‌آوری بخشی بهبودپذیر از تفاضل بین متغیرقابلیت کل تاب‌آوری بهبودپذیر از متغیرهای آسیب‌پذیری بخشی مطابق رابطه ۲۳، حاصل می‌شود.

رابطه ۲۳: تاب‌آوری بخشی بهبودپذیر

$$SCR'_j = SCRC' - SCV_j = [r'_1, r'_c, r'_r]_j ; (j=1-5)$$

تاب‌آوری کل بهبودپذیر نیز از میانگین شکاف‌های تاب‌آوری بخشی بهبودپذیر طبق رابطه ۲۴ حاصل می‌شود.

رابطه ۲۴: تاب‌آوری کل بهبودپذیر

$$SCR' = \sum SCR'_j / 5 = [r'_1, r'_c, r'_r] ; (j=1-5)$$

تعریف سطوح فازی مرجع و محاسبه فاصله، تشابه و مطلوبیت متغیرهای تاب‌آوری: در تئوری مجموعه‌های فازی، تشابه^۱ به مفهوم یک رابطه دوتایی به‌منظور مقایسه میزان همسانی و یا نزدیک بودن توابع عضویت فازی دو شیء با ملاک‌های معین بوده که برای اندازه‌گیری آن از روابط مبتنی بر فاصله‌سنجی استفاده می‌شود. قانون کلی ادراک تشابه شپارد^۲ به‌صورت معکوس تابع نمایی فاصله‌سنجی و بیانگر میزان احتمالی است که متغیر مورد سنجش و سطوح فازی مرجع در یک ناحیه فضایی مشترک موسوم به ناحیه نتیجه‌گیری قرار دارند. در مدل حاضر از رابطه فاصله‌سنجی همینگ^۳ طبق رابطه ۲۵ و اندازه تشابه توابع فازی مثلثی طبق رابطه ۲۶ نسبت به متغیرهای سطوح فازی مرجع تعریف شده در جدول (۱۱) استفاده شده است [۶۵]. لازم به ذکر است که در جدول فوق تعیین کرانه‌های بالا و پایین سطوح فازی مرجع به صورت متقارن با توجه به بیشترین مقدار قابل حصول برای حاصل‌ضرب خارجی دو متغیر قابلیت پویا یا قابلیت عملیاتی در متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه ضمن لحاظ بالاترین مقادیر سنجش بالقوه متغیر زمانی آنها با ارزش بسیار بالا و عدد فازی مثلثی متناظر به‌صورت: $[50, 100, 100] = [50, 10, 10] \odot [50, 10, 10]$ و همچنین تعریف مولفه‌های کالبراسیون^۹ گانه سطوح فازی مرجع با هدف ایجاد بیشترین میزان تحلیل حساسیت متناسب با اهداف پژوهش انجام پذیرفته است.

$$SCRIN_q = \sum (RIN_p)_q / N_{p,q} = [In_1, In_c, In_r]_q ; (p=1-46, q=1-5)$$

متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه کل نیز از میانگین متغیرهای تاب‌آوری تاب‌آورانه بخشی محاسبه شده مطابق رابطه ۱۵ حاصل می‌شود.

رابطه ۱۵: متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه کل

$$SCRIN = \sum (SCRIN)_q / 5 = [In_1, In_c, In_r] ; (q=1-5)$$

همچنین متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه متناظر با هر شاخص قابلیت پویا مطابق رابطه ۱۶، با استفاده از میانگین شاخص‌های تاب‌آوری متناظر ذکر شده در جدول (۵) مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

رابطه ۱۶: متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه متناظر با هر شاخص قابلیت پویا $N_{p,m}$ تعداد شاخص‌های تاب‌آوری تاب‌آورانه متناظر با هر شاخص قابلیت پویا است).

$$SCRDCIN_m = \sum (RIN_p)_m / N_{p,m} = [In_1, In_c, In_r]_m ; (m=1-28)$$

متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه متناظر با هر شاخص قابلیت عملیاتی نیز مطابق رابطه ۱۷، با استفاده از میانگین شاخص‌های تاب‌آوری متناظر ذکر شده در جدول (۶) مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

رابطه ۱۷: متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه متناظر با هر شاخص قابلیت عملیاتی $N_{p,n}$ تعداد شاخص‌های تاب‌آوری تاب‌آورانه مربوط به هر شاخص قابلیت عملیاتی است).

$$SCROCIN_n = \sum (RIN_p)_n / N_{p,n} = [In_1, In_c, In_r]_n ; (n=1-6)$$

۷. محاسبه شاخص‌ها و متغیرهای قابلیت پویا، عملیاتی و کل بهبودپذیر: از آنجا قابلیت‌های پویا، عملیاتی جاری می‌توانند از طریق تاب‌آوری تاب‌آورانه بهبود یابند، از نقطه نظر کمی این مهم از حاصل‌ضرب خارجی متغیر تاب‌آوری تاب‌آورانه متناظر با هر یک از شاخص‌های قابلیت پویا و عملیاتی مطابق روابط ۱۸ و ۱۹ انجام پذیر است.

رابطه ۱۸: شاخص‌های قابلیت پویای بهبودپذیر

$$SCRDC'_m = SCRDC_m \odot SCRDCIN_m = [d_1, d_c, d_r]_m \odot [In_1, In_c, In_r]_m = [d_1In_1 + In_1d_c - d_cIn_c, d_cIn_c, d_rIn_c + In_rd_c - d_cIn_c]_m = [d'_1, d'_c, d'_r]_m ; (m=1-28)$$

رابطه ۱۹: شاخص‌های قابلیت عملیاتی بهبودپذیر

$$SCROC'_n = SCROC_n \odot SCROCIN_n = [o_1, o_c, o_r]_n \odot [In_1, In_c, In_r]_n = [o_1In_1 + In_1o_c - o_cIn_c, o_cIn_c, o_rIn_c + In_ro_c - o_cIn_c]_n = [o'_1, o'_c, o'_r]_n ; (n=1-6)$$

میانگین شاخص‌های قابلیت‌های پویا و عملیاتی بهبودپذیر مطابق روابط ۲۰ و ۲۱ نیز منجر به محاسبه متغیر قابلیت پویا و عملیاتی تاب‌آوری بهبودپذیر می‌گردد.

رابطه ۲۰: متغیرقابلیت پویای تاب‌آوری بهبودپذیر

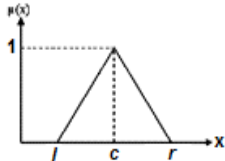
$$SCRDC' = \sum SCRDC'_m / 28 = [d'_1, d'_c, d'_r] ; (m=1-28)$$

¹ Similarity

² Shepard

³ Haming Distance

جدول (۱۱): مقیاس بندی متغیرهای سطوح فازی مرجع و مولفه های آن

سطوح فازی مرجع	متغیرهای زبانی سنجش	نماد	سلسله مراتب فازی مثلثی	شکل و تابع عضویت فازی مثلثی
		$B_{h_i} (h=1-9)$	$[b_l, b_c, b_r]_h$	
سطح ۱	بسیار پایین	B_1	$[-100, -100, -75]$	 $\mu_f(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{c-l} & l < x < c \\ \frac{r-x}{r-c} & c < x < r \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$
سطح ۲	پایین	B_2	$[-100, -75, -50]$	
سطح ۳	نسبتا پایین	B_3	$[-70, -50, -25]$	
سطح ۴	کمتر از متوسط	B_4	$[-50, -25, 0]$	
سطح ۵	متوسط	B_5	$[-25, 0, 25]$	
سطح ۶	بیشتر از متوسط	B_6	$[0, 25, 50]$	
سطح ۷	نسبتا بالا	B_7	$[25, 50, 75]$	
سطح ۸	بالا	B_8	$[50, 75, 100]$	
سطح ۹	بسیار بالا	B_9	$[75, 100, 100]$	

در سطوح بالاتر از سطح ۷ با متغیرهای زبانی نسبتا بالا، بالا و بسیار بالا تعریف می شود.

رابطه ۲۹: برش فازی مطلوبیت متغیرهای تاب آوری
 $(Z_{SCV})_{utility} \leq B_3 ; (Z_{SCRC}, SCR, SCRIN, SCRC', SCR')_{utility} \geq B_7$

۵- مطالعه موردی و تجزیه و تحلیل نتایج آن

به منظور اعتبارسنجی و تایید وجوه کارکردی مدل فازی طراحی شده، مطالعه موردی ابزاری برای زنجیره تامین یک شرکت ایرانی منتخب فعال در حوزه صنایع تولید قطعات خودرو مبتنی بر ابزار پرسشنامه ای انجام و مراتب اجرای مدل فازی مبتنی بر داده های مذکور و اخذ و تحلیل نتایج به شرح ذیل ارائه می شود.

۱- ویژگی های شرکت مورد مطالعه: داده های مربوط به سوالات پرسشنامه ای مربوط به ویژگی های شرکت مورد مطالعه در جدول (۱۲) خلاصه شده است.

جدول (۱۲): ویژگی های شرکت مورد مطالعه

تولید کننده	موقعیت شرکت در زنجیره تامین
متوسط (تعداد پرسنل ۱۰۰ تا ۵۰۰ نفر)	اندازه شرکت
تولید قطعات اصلی خودرو	صنعت مورد مطالعه

رابطه ۲۵: فاصله همینگ متغیر مورد سنجش از سطوح فازی تعریف شده

$$D[X, B_h] = \sum ||X| - [B_h]| ; (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR'), (h=1-9)$$

رابطه ۲۶: میزان تشابه متغیر مورد سنجش با سطوح فازی تعریف شده

$$S[X, B_h] = 1 - D[X, B_h] / 3 ; (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR'), (h=1-9)$$

همچنین مقایسه و تعیین سطح فازی منتخب هر یک از متغیرهای موثر بر تاب آوری مبتنی بر ملاحظه کمترین فاصله و بیشترین تشابه محاسبه شده مطابق روابط ۲۷ و ۲۸ صورت می گیرد.

رابطه ۲۷: تعیین سطح فازی منتخب متغیر مورد سنجش بر حسب میزان فاصله کمینه

$$Z_X = \min\{D[X, B_h]\} ; (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR'), (h=1-9)$$

رابطه ۲۸: تعیین سطح فازی متغیر مورد سنجش بر حسب میزان تشابه بیشینه

$$Z_X = \max\{S[X, B_h]\} ; (X=SCV, SCRC, SCR, SCRIN, SCRC', SCR'), (h=1-9)$$

پس از تعیین سطوح فازی متغیرهای فوق به منظور اندازه گیری مطلوبیت^۱ متغیرها طبق رابطه ۲۹، از آنجا که متغیر آسیب پذیری زنجیره تامین دارای قطبیت منفی است مطلوبیت آن با استفاده از روش برش فازی در سطوح کمتر از ۳ با متغیرهای زبانی نسبتا پایین، پایین و بسیار پایین و برای سایر متغیرهای دارای قطبیت مثبت نیز

¹ Utility Measurement

۲- شاخص‌ها و متغیرهای ریسک و آسیب‌پذیری: ضمن فازسازی داده‌های زبانی پرسشنامه‌ای برای شاخص‌های مورد سنجش احتمال وقوع و شدت اثر ریسک و اخذ نتایج سیستم استنتاج فازی برای شاخص‌های آسیب‌پذیری، متغیرهای آسیب‌پذیری بخشی و کل نیز

با استفاده از روابط مدل فازی محاسبه و نتایج در جدول (۱۳) ارائه شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود، مراتب متغیرهای آسیب‌پذیری بخشی زنجیره تامین شرکت دارای مراتب زیر می‌باشد.

$$SCV_7 > SCV_3 > SCV_8 > SCV_1 > SCV_4$$

جدول (۱۳): متغیرهای زبانی و اعداد فازی شاخص‌ها و متغیرهای ریسک و آسیب‌پذیری شرکت

شاخص احتمال ریسک (L_i)	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{11}	L_{12}	L_{13}	L_{14}	L_{15}	L_{16}	L_{17}	L_{18}	L_{19}	L_{20}	L_{21}	L_{22}	L_{23}	L_{24}	L_{25}	L_{26}	L_{27}	L_{28}	L_{29}	L_{30}	L_{31}	L_{32}	L_{33}	L_{34}	L_{35}	L_{36}	L_{37}																														
متغیر زبانی	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین																														
فازی سازی	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$	$(0, 2/5, 5)$																															
شاخص شدت ریسک (S_i)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}	S_{19}	S_{20}	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}	S_{25}	S_{26}	S_{27}	S_{28}	S_{29}	S_{30}	S_{31}	S_{32}	S_{33}	S_{34}	S_{35}	S_{36}	S_{37}																														
متغیر زبانی	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین																														
فازی سازی	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$	$(5, 7/5, 10)$																															
شاخص آسیب‌پذیری (V_i)	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{16}	V_{17}	V_{18}	V_{19}	V_{20}	V_{21}	V_{22}	V_{23}	V_{24}	V_{25}	V_{26}	V_{27}	V_{28}	V_{29}	V_{30}	V_{31}	V_{32}	V_{33}	V_{34}	V_{35}	V_{36}	V_{37}																														
محاسبه عدد فازی	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$	$(-6/3, 1/8, 43/8)$																															
متغیر زبانی	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین																														
متغیر آسیب‌پذیری بخشی	SCV_1					SCV_4					SCV_7					SCV_3					SCV_8					SCV_2					SCV_5					SCV_6																															
محاسبه عدد فازی	$(2/7, 31/3, 56/3)$					$(-2/3, 21/9, 46/1)$					$(11/7, 42/2, 61/7)$					$(8/3, 41/7, 70/8)$					$(5/5, 35/9, 63/3)$					$(-2/3, 21/9, 46/1)$					$(5/5, 35/9, 63/3)$					$(-2/3, 21/9, 46/1)$																															
متغیر آسیب‌پذیری کل	SCV																																																																		
محاسبه عدد فازی	$(5/2, 34/6, 59/6)$																																																																		

۳- شاخص‌ها و متغیرهای قابلیت پویا، عملیاتی و کل جاری: فازسازی شاخص‌های قابلیت‌های پویا و عملیاتی جاری با توجه داده‌های زبانی پرسشنامه‌ای انجام و متغیرهای قابلیت پویا و عملیاتی

و همچنین قابلیت کل جاری مطابق روابط مدل مورد محاسبه و نتایج مربوطه در جدول (۱۴) منعکس شده است.

[illegible]

۴- متغیرهای تاب‌آوری بخشی و کل جاری: متغیرهای تاب‌آوری بخشی قابلیت بخشی جاری شرکت مبتنی بر میزان شکاف و اختلاف میان قابلیت تاب‌آوری جاری کل و متغیرهای پنج‌گانه آسیب‌پذیری بخشی شرکت با مراتب زیر مورد محاسبه و در جدول (۱۵) ارائه شده است.

متغیرهای تاب آوری بخشی جاری	SCR _Δ	SCR _ف	SCR _ز	SCR _ز	SCR _۱
محاسبه عدد فازی	(-۶۰/۹, -۳۱/۰, ۱/۹)	(-۴۳/۷, -۱۷/۰, ۹/۷)	(-۶۸/۴, -۳۶/۸, -۰/۹)	(-۵۹/۳, -۳۷/۳, -۴/۳)	(-۵۳/۹, -۲۶/۴, ۴/۷)
متغیر تاب آوری کل جاری	SCR				
محاسبه عدد فازی	(-۵۷/۲, -۲۹/۷, ۲/۲)				

۵- شاخص‌ها و متغیرهای نوآوری تاب‌آورانه: نتایج مربوط به فازی‌سازی داده‌های زبانی شاخص‌های نوآوری تاب‌آورانه و همچنین

[illegible]

۶- شاخص‌ها و متغیرهای قابلیت پویا و عملیاتی و کل بهبودپذیر: نتایج مربوط به متغیرهای نوآوری تاب‌آورانه متناظر با هر متغیر قابلیت پویا و قابلیت عملیاتی طبق روابط مدل و بر پایه اطلاعات جداول (۵) و (۶) مورد محاسبه قرار گرفته و در جدول (۱۷) ارائه شده است. با استناد به آنها مقادیر متغیرهای قابلیت پویا و عملیاتی و قابلیت کل بهبودپذیر شرکت نیز طبق روابط مدل محاسبه و ارائه شده است.

جدول (۱۷): اعداد فازی شاخص‌ها و متغیرهای نوآوری تاب‌آورانه متناظر با قابلیت‌های پویا و عملیاتی بهبودپذیر

SCROCIn						SCRDCInm																								متغیر نوآوری				
SCROCIn _۶	SCROCIn _۵	SCROCIn _۴	SCROCIn _۳	SCROCIn _۲	SCROCIn _۱	SCRDCIn _{۲۸}	SCRDCIn _{۲۷}	SCRDCIn _{۲۶}	SCRDCIn _{۲۵}	SCRDCIn _{۲۴}	SCRDCIn _{۲۳}	SCRDCIn _{۲۲}	SCRDCIn _{۲۱}	SCRDCIn _{۲۰}	SCRDCIn _{۱۹}	SCRDCIn _{۱۸}	SCRDCIn _{۱۷}	SCRDCIn _{۱۶}	SCRDCIn _{۱۵}	SCRDCIn _{۱۴}	SCRDCIn _{۱۳}	SCRDCIn _{۱۲}	SCRDCIn _{۱۱}	SCRDCIn _{۱۰}	SCRDCIn _۹	SCRDCIn _۸	SCRDCIn _۷	SCRDCIn _۶	SCRDCIn _۵	SCRDCIn _۴	SCRDCIn _۳	SCRDCIn _۲	SCRDCIn _۱	تاب آورانه متناظر
(۱/۸, ۳/۱, ۵/۶)	(۱/۶, ۲/۰, ۶/۵)	(۱/۵, ۳/۵, ۶/۰)	(۱/۶, ۳/۸, ۶/۳)	(۱/۸, ۲/۰, ۶/۵)	(۱/۰, ۳/۲, ۵/۷)	(۱/۸, ۳/۲, ۵/۷)	(۰/۷, ۲/۷, ۵/۲)	(۱/۷, ۳/۳, ۵/۸)	(۱/۸, ۳/۶, ۶/۱)	(۲/۸, ۲/۲, ۶/۷)	(۳/۰, ۵/۵, ۸/۰)	(۰/۷, ۲/۵, ۵/۰)	(۱/۳, ۳/۸, ۶/۳)	(۲/۲, ۲/۷, ۷/۲)	(۰/۸, ۲/۹, ۵/۴)	(۱/۳, ۳/۴, ۵/۹)	(۱/۹, ۲/۲, ۶/۷)	(۱/۴, ۳/۴, ۵/۹)	(۱/۹, ۲/۴, ۶/۹)	(۰/۸, ۲/۹, ۵/۴)	(۱/۴, ۳/۶, ۶/۱)	(۱/۷, ۳/۸, ۶/۳)	(۱/۶, ۳/۸, ۶/۳)	(۱/۵, ۳/۵, ۶/۰)	(۰/۸, ۳/۳, ۵/۸)	(۰/۹, ۳/۱, ۵/۶)	(۲/۸, ۲/۲, ۶/۷)	(۱/۶, ۳/۹, ۶/۴)	(۱/۸, ۲/۴, ۶/۷)	(۱/۱, ۳/۴, ۵/۹)	(۰/۸, ۲/۹, ۵/۴)	(۱/۴, ۳/۸, ۶/۳)	(۱/۶, ۳/۸, ۶/۳)	(In _l , In _c , In _r) _m
																														(In _l , In _c , In _r) _n				
SCROC'n						SCRDC'm																								شاخص قابلیت پویا				
SCROC'n _۶	SCROC'n _۵	SCROC'n _۴	SCROC'n _۳	SCROC'n _۲	SCROC'n _۱	SCRDC'n _{۲۸}	SCRDC'n _{۲۷}	SCRDC'n _{۲۶}	SCRDC'n _{۲۵}	SCRDC'n _{۲۴}	SCRDC'n _{۲۳}	SCRDC'n _{۲۲}	SCRDC'n _{۲۱}	SCRDC'n _{۲۰}	SCRDC'n _{۱۹}	SCRDC'n _{۱۸}	SCRDC'n _{۱۷}	SCRDC'n _{۱۶}	SCRDC'n _{۱۵}	SCRDC'n _{۱۴}	SCRDC'n _{۱۳}	SCRDC'n _{۱۲}	SCRDC'n _{۱۱}	SCRDC'n _{۱۰}	SCRDC'n _۹	SCRDC'n _۸	SCRDC'n _۷	SCRDC'n _۶	SCRDC'n _۵	SCRDC'n _۴	SCRDC'n _۳	SCRDC'n _۲	SCRDC'n _۱	قابلیت عملیاتی
(۰/۵, ۳/۳, ۴/۸)	(-۲/۰, ۲/۰, ۲/۵)	(-۱/۳, ۱/۵, ۳/۸)	(-۱/۵, ۱/۰, ۴/۱)	(-۱/۰, ۲/۰, ۲/۵)	(-۵/۵, ۸/۰, ۲/۳)	(-۵/۳, ۸/۰, ۲/۳)	(-۳/۳, ۱/۵, ۳/۸)	(۰/۳, ۱/۵, ۳/۳)	(-۳/۵, ۱/۰, ۳/۵)	(۰/۳, ۱/۰, ۴/۱)	(۸/۸, ۴/۳, ۷/۳)	(-۲/۸, ۱/۵, ۳/۳)	(-۳/۰, ۱/۹, ۴/۱)	(۴/۸, ۳/۳, ۶/۵)	(-۵/۳, ۷/۳, ۲/۸)	(-۵/۳, ۸/۵, ۳/۳)	(-۵/۸, ۱/۵, ۳/۳)	(-۱/۵, ۱/۰, ۳/۸)	(۳/۳, ۳/۳, ۶/۲)	(-۳/۳, ۱/۵, ۳/۳)	(-۲/۰, ۱/۰, ۳/۵)	(-۵/۳, ۹/۵, ۲/۵)	(-۵/۵, ۹/۵, ۲/۵)	(۲/۵, ۲/۳, ۵/۳)	(-۴/۳, ۱/۵, ۳/۳)	(-۲/۳, ۱/۵, ۳/۵)	(-۵/۳, ۱/۵, ۳/۳)	(-۱/۸, ۱/۵, ۳/۳)	(-۲/۰, ۲/۰, ۴/۱)	(-۵/۸, ۸/۵, ۳/۳)	(-۱/۳, ۳/۸, ۴/۱)	(-۲/۵, ۱/۹, ۴/۱)	(۶/۵, ۳/۸, ۶/۳)	(d' _l , d' _c , d' _r) _m
																														(o' _l , o' _c , o' _r) _n				
SCROC'						SCRDC'																								متغیر قابلیت پویا و				
																														عملیاتی بهبودپذیر				
(-۱/۸, ۱/۸/۰, ۳۹/۵)						(-۱/۸, ۱/۸/۲, ۳۹/۲)																								محاسبه عدد فاززی				
																														(d' _l , d' _c , d' _r)				
																														(o' _l , o' _c , o' _r)				
SCRDC'																														متغیر قابلیت کل				
																														بهبودپذیر				
																														محاسبه عدد فاززی				
																														(c' _l , c' _c , c' _r)				

با مراتب زیر در جدول (۱۸) ارائه شده است. همچنین میانگین آنها متغیر تاب‌آوری کل بهبودپذیر را بدست می‌دهد.
 $SCR'_۶ > SCR'_۱ > SCR'_۵ > SCR'_۳ > SCR'_۲$

۷- متغیرهای تاب‌آوری بخشی و کل بهبودپذیر: نتایج مربوط به محاسبه متغیرهای تاب‌آوری بخشی بهبودپذیر مبتنی بر اختلاف میان قابلیت کل بهبودپذیر و متغیرهای پنج‌گانه آسیب‌پذیری بخشی

جدول (۱۸): تاب‌آوری بهبودپذیر زنجیره تامین شرکت

متغیر تاب‌آوری بخشی بهبودپذیر	SCR' _۱	SCR' _۲	SCR' _۳	SCR' _۴	SCR' _۵
عدد فازی	(-۵۸/۱, -۱۳/۲, ۳۶/۶)	(-۶۳/۵, -۲۴/۱, ۲۷/۶)	(-۷۲/۶, -۲۳/۶, ۳۱/۰)	(-۴۷/۹, -۳/۸, ۴۱/۶)	(-۶۵/۱, -۱۷/۸, ۳۳/۸)
متغیر تاب‌آوری کل بهبودپذیر	SCR'				
عدد فازی	(-۶۱/۴, -۱۶/۵, ۳۴/۱)				

مرجع و تعیین سطح متغیرهای تاب‌آوری شرکت در جدول (۱۹) ارائه شده است. با توجه به میزان فاصله کمینه و تشابه بیشینه

۸- تعیین سطوح، فاصله و تشابه متغیرهای موثر بر تاب‌آوری نوآورانه: نتایج محاسبات مربوط به میزان فاصله، تشابه فازی با سطوح فازی

تاب‌آورانه ۵ با متغیر زبانی متوسط قرار دارد. همچنین ارتقای سطح قابلیت تاب‌آوری بهبودپذیر ناشی از اثربخشی نوآوری‌های تاب‌آورانه به سطح ۶ با متغیر زبانی بیشتر از متوسط سبب افزایش تاب‌آوری بهبودپذیر در همان سطح ۴ شده است.

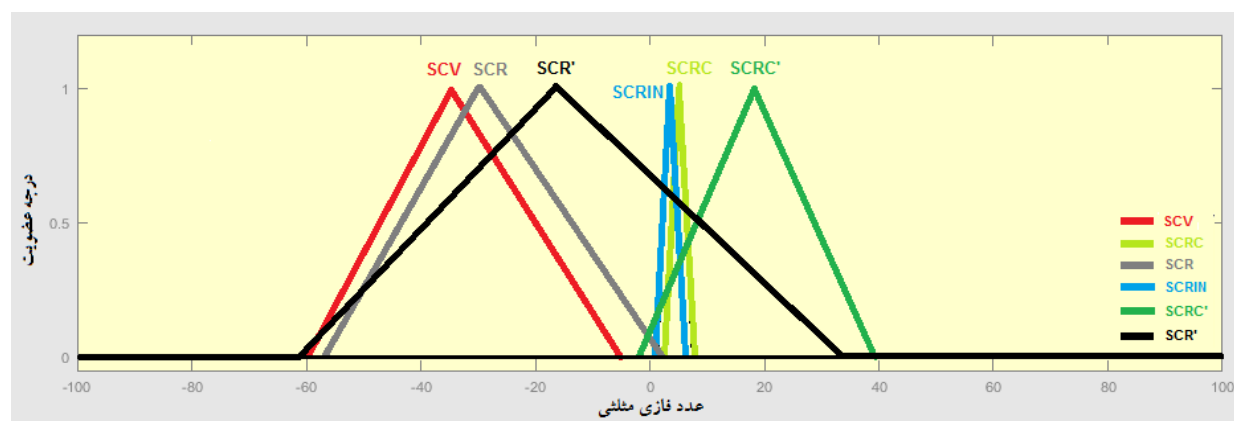
می‌توان نتیجه‌گیری نمود که سطح آسیب‌پذیری زنجیره تامین شرکت مورد مطالعه در سطح ۶ با متغیر زبانی بیشتر از متوسط، سطح قابلیت‌های تاب‌آوری جاری ۵ با متغیر زبانی متوسط، سطح تاب‌آوری جاری ۴ با متغیر زبانی کمتر از متوسط و سطح نوآوری

جدول (۱۹): سطوح فازی متغیرهای تاب‌آوری زنجیره تامین شرکت

سطوح فازی مرجع									متغیرهای زبانی مرجع	
سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۵	سطح ۶	سطح ۷	سطح ۸	سطح ۹		
بسیار پایین	پایین	نسبتاً پایین	کمتر از متوسط	متوسط	بیشتر از متوسط	نسبتاً بالا	بالا	بسیار بالا	نماد	$B_h, (h=1-9)$
$[-1, 0]$	$[-0.5, 0]$	$[-0.25, 0]$	$[-0.125, 0]$	$[-0.0625, 0]$	$[-0.03125, 0]$	$[-0.015625, 0]$	$[-0.0078125, 0]$	$[-0.00390625, 0]$	اعداد فازی مرجع	$[b_l, b_c, b_r]_h$
SCV									متغیر آسیب‌پذیری کل	
$(0.5/2, 3.4/6, 5.9/6)$									عدد فازی	(V_l, V_c, V_r)
۱۷۵/۶	۱۴۴/۸	۱۱۹/۸	۱۱۴/۰	۱۳۹/۰	۱۷۴/۴	۲۴۹/۴	۳۲۴/۴	۳۷۴/۴	فاصله فازی	$D[SCV, B_h]$
-۵۷/۵	-۴۷/۳	-۳۸/۹	-۳۷/۰	-۴۵/۳	-۵۷/۱	-۸۲/۱	-۱۰۷/۱	-۱۲۳/۸	تشابه فازی	$S[SCV, B_h]$
			✓						سطح فازی	Z_{SCV}
SCRC									متغیر قابلیت جاری	
$(2/4, 4/9, 7/4)$									عدد فازی	(C_l, C_c, C_r)
۲۶۰/۳	۲۱۰/۳	۱۳۵/۳	۷۵/۱	۵۹/۹	۸۹/۷	۱۶۴/۷	۲۳۹/۷	۲۸۹/۷	فاصله فازی	$D[SCRC, B_h]$
-۸۵/۸	-۶۹/۱	-۴۴/۱	-۲۴/۰	-۱۹/۰	-۲۸/۹	-۵۳/۹	-۷۸/۹	-۹۵/۶	تشابه فازی	$S[SCRC, B_h]$
				✓					سطح فازی	Z_{SCRC}
SCR									متغیر تاب‌آوری جاری	
$(-0.5/2, -2.9/7, 2/2)$									عدد فازی	(I_l, I_c, I_r)
۳۵۹/۷	۳۰۹/۷	۲۳۴/۷	۱۶۴/۱	۱۳۹/۱	۱۱۴/۱	۱۲۹/۷	۱۵۷/۷	۱۹۰/۳	فاصله فازی	$D[SCR, B_h]$
-۱۱۸/۹	-۱۰۲/۲	-۷۷/۲	-۵۳/۷	-۴۵/۴	-۳۷/۰	-۴۲/۲	-۵۰/۶	-۶۲/۴	تشابه فازی	$S[SCR, B_h]$
					✓				سطح فازی	Z_{SCR}
SCRIN									متغیر نوآوری تاب‌آورانه	
$(1/4, 3/7, 6/2)$									عدد فازی	(In_l, In_c, In_r)
۲۶۳/۷	۲۱۳/۷	۱۳۸/۷	۷۶/۱	۵۸/۵	۸۶/۳	۱۶۱/۳	۲۳۶/۳	۲۸۶/۳	فاصله فازی	$D[SCRIN, B_h]$
-۸۶/۹	-۷۰/۲	-۴۵/۲	-۲۴/۴	-۱۸/۵	-۲۷/۸	-۵۲/۸	-۷۷/۸	-۹۴/۴	تشابه فازی	$S[SCRIN, B_h]$
				✓					سطح فازی	Z_{SCRIN}
SCRC'									متغیر قابلیت بهبودپذیر	
$(-1/8, 1.8/1, 3.9/3)$									عدد فازی	(c'_l, c'_c, c'_r)
۲۱۹/۴	۱۶۹/۴	۱۲۳/۰	۹۸/۰	۱۰۹/۲	۱۳۴/۲	۲۰۵/۶	۲۸۰/۶	۳۳۰/۶	فاصله فازی	$D[SCRC', B_h]$
-۷۲/۱	-۵۵/۵	-۴۰/۰	-۳۱/۷	-۳۵/۴	-۴۳/۷	-۶۷/۵	-۹۲/۵	-۱۰۹/۲	تشابه فازی	$S[SCRC', B_h]$
			✓						سطح فازی	$Z_{SCRC'}$
SCR'									متغیر تاب‌آوری بهبودپذیر	
$(-6.1/4, -1.6/5, 3.4/1)$									عدد فازی	(r'_l, r'_c, r'_r)
۳۱۸/۸	۲۶۸/۸	۲۱۲/۰	۱۸۷/۰	۱۶۲/۰	۱۵۴/۰	۱۷۹/۰	۲۰۴/۰	۲۳۱/۲	فاصله فازی	$D[SCR', B_h]$
-۱۰۵/۳	-۸۸/۶	-۶۹/۷	-۶۱/۳	-۵۳/۰	-۵۰/۳	-۵۸/۷	-۶۷/۰	-۷۶/۱	تشابه فازی	$S[SCR', B_h]$
					✓				سطح فازی	$Z_{SCR'}$

نشان از تاثیر مثبت گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه متناظر با قابلیت‌های پویا و عملیاتی بر ارتقای قابلیت کل و بهبود تاب‌آوری دارد.

۹- تحلیل نتایج کل و تحلیل حساسیت: مقایسه و تطبیق نتایج توابع عضویت فازی مثلی تاب‌آوری کل جاری و بهبودپذیر و متغیرهای موثر بر آنها برای زنجیره تامین شرکت مورد مطالعه در شکل (۹)



شکل (۹): مقایسه توابع عضویت فازی مثلی تاب‌آوری جاری و بهبودپذیر شرکت و متغیرهای موثر بر آنها

نوآوری تاب‌آورانه در سطح فازی مربوطه بر قابلیت و تاب‌آوری کل در جدول (۲۰) ارائه شده است.

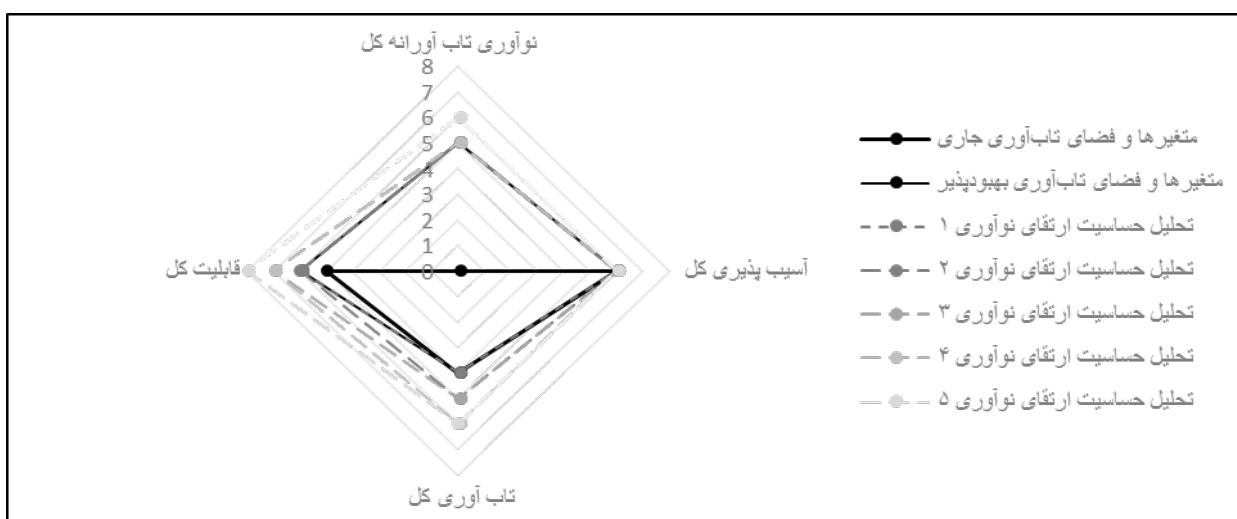
همچنین مقایسه داده‌های محاسبه شده متغیرهای تاب‌آوری کل جاری و بهبودپذیر شرکت ضمن تحلیل حساسیت تاثیر افزایش

جدول (۲۰): تحلیل حساسیت افزایش نوآوری تاب‌آورانه شرکت

تاب‌آوری کل		قابلیت کل		نوآوری تاب‌آورانه کل		آسیب‌پذیری کل		متغیرهای تاب‌آوری شرکت
سطح فازی	عدد فازی	سطح فازی	عدد فازی	سطح فازی	عدد فازی	سطح فازی	عدد فازی	
۴	(-۵۷/۲, -۲۹/۷, ۲/۲)	۵	(۲/۴, ۴/۹, ۷/۴)	-	-	۶	(۵/۲, ۳۴/۶, ۵۹/۶)	جاری
۴	(-۶۱/۴, -۱۶/۵, ۳۴/۱)	۶	(-۱/۸, ۱۸/۱, ۳۹/۳)	۵	(۱/۴, ۳/۷, ۶/۲)	۶	(۵/۲, ۳۴/۶, ۵۹/۶)	بهبودپذیر
۴	(-۶۱/۹, -۱۶/۳, ۴۷)	۶	(-۲/۳, ۱۸/۳, ۵۲/۲)	۵	(۱/۴, ۳/۷, ۸/۷)	۶	(۵/۲, ۳۴/۶, ۵۹/۶)	بسیار پایین
۵	(-۶۸/۲, -۳/۹, ۶۵/۵)	۶	(-۸/۶, ۳۰/۷, ۷۰/۷)	۵	(۱/۴, ۶/۲, ۱۱/۲)			پایین
۵	(-۵۹/۷, -۹/۸, ۴۴/۳)	۷	(-۲/۴, ۴۳/۱, ۸۹/۳)	۵	(۳/۹, ۸/۷, ۱۳/۷)			متوسط
۶	(-۵۵/۹, ۲۰/۹, ۱۰۲/۶)	۷	(۳/۷, ۵۵/۵, ۱۰۷/۸)	۵	(۶/۴, ۱۱/۲, ۱۶/۲)			بالا
۶	(-۴۹/۷, ۳۳/۳, ۱۰۸/۷)	۸	(۹/۹, ۶۷/۹, ۱۱۳/۹)	۶	(۸/۹, ۱۳/۷, ۱۶/۲)			بسیار بالا

مقایسه نتایج سطوح فازی بدست آمده برای متغیرهای تاب‌آوری شرکت مطابق جدول فوق نشان می‌دهد که متغیر آسیب‌پذیری کل دارای قطبیت منفی با قرار گرفتن در سطح ۶ و بالاتر از سطح مطلوبیت برش فازی تعریف شده $[(Z_{SCV})_{utility} \leq B_3]$ در سطح مطلوبی قرار ندارد. متغیرهای قابلیت

کل جاری با سطح ۵، تاب‌آوری کل جاری با سطح ۴، نوآوری تاب‌آورانه کل با سطح ۵، قابلیت کل بهبودپذیر با سطح ۶ و تاب‌آوری کل بهبودپذیر با سطح ۴ نیز در مقایسه با سطح مطلوبیت برش فازی تعریف شده ۷ برای آنها $[Z_{SCRC}, SCR, SCRIN, SCRC, SCR]_{utility} \geq B_7$ در سطح مطلوبی قرار ندارند. همچنین بر پایه اطلاعات جدول فوق نمودار رادار در شکل (۱۰) ضمن نمایش موقعیت متغیرهای موثر بر تاب‌آوری و فضای تاب‌آوری کل شرکت، نشان می‌دهد که در فقدان نوآوری، قابلیت کل جاری شرکت در سطح ۵ و تاب‌آوری کل شرکت در سطح ۴ ارزیابی می‌شود که ناظر به آینده و به‌واسطه نوآوری تاب‌آورانه کل مورد سنجش در سطح ۵، قابلیت کل بهبودپذیر قابل ارتقا به سطح ۶ و تاب‌آوری کل بهبودپذیر نیز قابل ارتقا در همان سطح ۴ است که همچنان از وضع مطلوبی برخوردار نیستند. از اینرو تحلیل حساسیت مبتنی بر افزایش دو واحدی مراتب نوآوری تاب‌آورانه از سطح نوآوری بهبودپذیر قادر است که ضمن ارتقای قابلیت کل به سطح ۶ و برقراری توازن با سطح ۶ آسیب‌پذیری کل، میزان شکاف تاب‌آوری را به صفر رسانده و تاب‌آوری کل را در سطح ۵ تثبیت نماید که به عنوان معیار حداقلی و قابل قبول برای تاب‌آور بودن شرکت قلمداد می‌شود. همچنین افزایش سه، چهار و پنج واحدی مراتب نوآوری تاب‌آورانه ضمن ارتقای قابلیت کل تا سطح مطلوب ۷ و ۸ می‌تواند تاب‌آوری کل را نیز در سطح ۶ تثبیت نماید.



شکل (۱۰): نمودار رادار سطوح فازی جاری و بهبودپذیر و تحلیل حساسیت متغیرها و فضای تاب‌آوری شرکت

۶- یافته‌ها، محدودیت‌ها و پیشنهادات پژوهش

عطف به ساختاربندی مسئله و یافته‌های پژوهش با توجه به ماهیت بین‌رشته‌ای و چندوجهی تاب‌آوری زنجیره تامین و در پاسخ به سوال اول مبتنی بر مفهوم سازی تاب‌آوری نوآورانه، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عوامل مورد شناسایی: ۱- ریسک‌ها و آسیب‌پذیری موجد اختلال در ابعاد خارجی ایمنی و امنیت و ابعاد داخلی تامین، عملیات و تقاضا؛ ۲- راهبردهای سه‌گانه کنشی، همزمان و واکنشی در مواجهه با اختلال و در تناسب با مراحل پیش از اختلال، حین اختلال و پس از اختلال؛ ۳- قابلیت‌های پویای تاب‌آوری ۲۸ گانه؛ ۴- قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری شامل پیشگیری و اجتناب، آمادگی و جذب، پاسخ‌گویی و حفظ کنترل، بازیابی و حفظ تداوم، سازگاری و هم‌زیستی و همچنین یادگیری و رشد؛ ۵- گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه مشتمل بر نوآوری سازمانی و زنجیره تامین، فناوری و فرآیند، محصول و مواد اولیه و انرژی، وضعیت مالی و وضعیت بازار به عنوان متغیرهای کلیدی در ارزیابی و ارتقای

تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین دارای نقش اساسی هستند. همچنین پژوهش حاضر در پاسخ به سوال دوم مبتنی بر چگونگی تاثیر و پیاده سازی نوآوری منتج به ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین، با دیدگاه سیستمی ضمن مدل‌سازی با رویکرد منطق فازی همه اطلاعات مربوط به عوامل و متغیرهای شناسایی شده موثر بر سنجش و ارتقای سطح تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین را ضمن امتزاج اصولی و روشمند جهت تحلیل‌های متعاقب یکپارچه ساخته است. نتایج به‌کارگیری مدل فازی در انجام مطالعه موردی ابزاری موفق با کانون تمرکز روی مسئله پژوهش (و نه مطالعه موردی ذاتی و تمرکز بر مورد مطالعه) برای زنجیره تامین یک شرکت منتخب ایرانی در حوزه صنعت تولید قطعات خودرو مبتنی بر استنباط نظری^۱ (منطقی و تحلیلی) که در برآورد اعتبار مطالعات موردی مرسوم است، بر پایه شالوده و استدلال‌های نظری قوی ارائه شده در ایجاد پیوند اساسی

^۱ Theoretical inference

۷- مراجع

- [1] K. Grzybowski and A. Stachowiak, "Classification of trends and supply chains development directions," *Smart and Sustainable Supply Chain and Logistics-Trends, Challenges, Methods and Best Practices*, Vol. 1, pp. 307-322, 2020.
- [2] D. Ivanov, "Transformation of supply chain resilience research through the COVID-19 pandemic," *International Journal of Production Research*, vol. 62, no. 23, pp. 8217-8238, Dec 2024. DOI: 10.1080/00207543.2024.2334420
- [3] M. M. H. Chowdhury and M. Quaddus, "Supply chain resilience: Conceptualization and scale development using dynamic capability theory," *International Journal of Production Economics*, vol. 188, pp. 185-204, Jun 2017. DOI: 10.1016/j.ijpe.2017.03.020
- [4] D. T. Wong and E. W. Ngai, "An empirical analysis of the effect of supply chain innovation on supply chain resilience," *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 8562-8576, Feb 2024. DOI: 10.1109/TEM.2024.3364174
- [5] J. P. Ribeiro and A. Barbosa-Povoa, "Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches-A literature review," *Computers and industrial engineering*, vol. 115, pp. 109-122, Jan 2018. DOI: 10.1016/j.cie.2017.11.006
- [6] S. Joshi, M. Sharma, B. Y. Ekren, Y. Kazancoglu, S. Luthra and M. Prasad, "Assessing Supply Chain Innovations for Building Resilient Food Supply Chains: An Emerging Economy Perspective," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, p. 4924, Mar 2023. DOI: 10.3390/su15064924
- [7] J. Bothello and M. L. Salles-Djelic, "Evolving conceptualizations of organizational environmentalism: A path generation account," *Organization Studies*, vol. 39, no. 1, pp. 93-119, 2018. DOI: 10.1177/0170840617693272
- [8] H. Adobor and R. S. McMullen, "Supply chain resilience: a dynamic and multidimensional approach," *The International Journal of Logistics Management*, vol. 29, no. 4, pp. 1451-1471, Oct 2018. DOI: 10.1108/IJLM-04-2017-0093
- [9] Y. Kim, Y. S. Chen and K. Linderman, "Supply network disruption and resilience: A network structural perspective," *Journal of operations Management*, vol. 33, pp. 43-59, Jan 2015. DOI: 10.1016/j.jom.2014.10.006
- [10] M. Christopher and H. Lee, "Mitigating supply chain risk through improved confidence," *International journal of physical distribution and logistics management*, vol. 34, no. 5, pp. 388-396, Jun 2004. DOI: 10.1108/09600030410545436
- [11] M. Momeni, M. Asari, R. Sohrabi and N. Ghanbari, "Study of the Relationship between Resilience of Supply Chain and Competitiveness of the Countries Using Canonical Correlation Analysis," *Scientific Journal of Supply Chain Management*, vol. 20, no. 59, pp. 40-53, 2018. DOR: 20.1001.1.20089198.1397.20.59.4.3 [in Persian]
- [12] W. Ho, T. Zheng, H. Yildiz and S. Talluri, "Supply chain risk management: a literature review," *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 16, pp. 5031-5069, Aug 2015. DOI: 10.1080/00207543.2015.1030467
- [13] A. R. Hosseinzadeh, M. E. Mohammad Pourzarandi and M. A. Afsharkazemi, "Prioritizing Strategies Based on the Identification and Ranking of Supply Chain Risks, Case Study: Oil and Gas Operating Company," *Scientific Journal of Supply Chain Management*, vol. 25, no. 79, pp. 1-15, 2023. DOR: 20.1001.1.20089198.1402.25.79.1.5 [in Persian]
- [14] F. Sabouhi, M. S. Pishvaei and M. S. Jabalameli, "Resilient supply chain design under operational and disruption risks considering quantity discount: A case study of pharmaceutical supply chain,"

میان مولفه‌های تاب‌آوری زنجیره تامین و گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه و ترجمه آن به مجموعه‌ای از اصول و گزاره‌های منطقی صحیح نظری در قالب مدل فازی نشان می‌دهد که نوآوری تاب‌آورانه ضمن دارا بودن پتانسیل توانمندسازی بالا هم از طریق بهبود قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری به‌طور مستقیم و هم بهبود قابلیت‌های پویای تاب‌آوری به‌طور غیرمستقیم در ارتقای سطح تاب‌آوری زنجیره تامین دارای اثر چشمگیری بوده و مدل در سنجش و ارتقای سطح تاب‌آوری نوآورانه از اعتبار قابل قبولی برخوردار است. همچنین تلفیق داده‌ها و نتایج حاصل از مطالعه موردی با قلمرو نظری کل‌گرا و سیستمی مبتنی بر به‌کارگیری مولفه‌ها و روابط زمینه‌ای آنها در قالب مدل فازی ارائه شده، در خصوص قابلیت تعمیم‌پذیری نظری^۱ با منطق تعمیم نتایج مورد مطالعه به نظریه یا مدل، آنچنان که در مورد مطالعات موردی مصداق دارد، نشان می‌دهد که اهمیت و یافته‌های پژوهش حاضر ضمن دارا بودن معیار استفاده‌پذیری^۲ به‌عنوان یکی از معیارهای کیفیت پژوهش کیفی و معیار انتقال‌پذیری^۳ به مفهوم قابلیت کاربرد در موقعیت‌های مشابه، می‌تواند در جهت تعمیم، خلق یا آزمون نظریه‌های مرتبط آتی مفید واقع گردد. یافته‌های پژوهش حاضر اگرچه می‌تواند به‌صورت تجربی به‌عنوان راهنمای عملیاتی سنجش و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین شرکت‌های صنایع مختلف تولیدی موثر واقع گردد، همچنین می‌تواند محققان حوزه آکادمیک را در جهت‌گیری مطالعات آتی توسعه و تبیین مفاهیم نظری و مدل‌سازی ارتقای تاب‌آوری نوآورانه زنجیره تامین بهره‌مند سازد. در ارتباط با محدودیت‌های پژوهش و ارائه پیشنهادات مطالعات آتی، لازم به‌ذکر است که داده‌ها و یافته‌های این پژوهش در حوزه زنجیره تامین صنایع تولیدی و مبتنی بر مطالعه موردی ابزاری برای یک شرکت ایرانی فعال در صنعت تولید قطعات اصلی خودرو در ایران و در محدوده زمانی نیمه دوم سال ۱۴۰۳ مبتنی بر متغیرها و شاخص‌های مورد شناسایی انجام شده و سایر پژوهشگران می‌توانند ضمن توسعه مطالعات مبتنی بر شناسایی سایر زمینه‌های آسیب‌پذیری و اختلالات نوپدید و یا توانمندسازی قابلیت‌ها و گونه‌های نوآوری جدید موثر بر تاب‌آوری و تناظر بین آنها و همچنین گسترش قلمرو مکانی و زمانی آن و همچنین بسط و به‌کارگیری مدل فازی ارائه شده در زنجیره تامین شرکت‌های سایر صنایع و از جمله صنایع خدماتی و مجازی، دامنه و غنای آن را بهبود بخشند.

¹ Theoretical Generalizability² Usability³ Transferability

- [28] M. Stevenson and M. Spring, "Flexibility from a supply chain perspective: definition and review," *International journal of operations and production management*, vol. 27, no. 7, pp. 685-713, Jun 2007. DOI: 10.1108/01443570710756956
- [29] U. Soni, V. Jain and S. Kumar, "Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 74, pp. 11-25. Aug 2014. DOI:10.1016/j.cie.2014.04.019
- [30] W. Zhang, X. Liu and J. Godsell, "Supply Chain Resilience: Three practical solutions," *The university of Warwick*, 2020.
- [31] T. J. Pettit, K. L. Croxton, and J. Fiksel, "Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool," *Journal of business logistics*, vol. 34, no. 1, pp. 46-76. Mar 2013. DOI: 10.1111/jbl.12009
- [32] L. Urciuoli, S. Mohanty, J. Hintsa and E. G. Boekesteijn, "The resilience of energy supply chains: a multiple case study approach on oil and gas supply chains to Europe," *Supply Chain Management, An International Journal*, vol. 19, no. 1, pp. 46-63. Jan 2014. DOI: 10.1108/SCM-09-2012-0307
- [33] T. J. Pettit, K. L. Croxton and J. Fiksel, "The evolution of resilience in supply chain management: a retrospective on ensuring supply chain resilience," *Journal of business logistics*, vol. 40, no. 1, pp. 56-65. Mar 2019. DOI: 10.1111/jbl.12202
- [34] M. Christopher and H. Peck, "Building the resilient supply chain," *The International Journal of Logistics Management*, vol. 15, no. 2, pp. 1-14. 2004. DOI: 10.1108/09574090410700275
- [35] C. S. Singh, G. Soni and G. K. Badhotiya, "Performance indicators for supply chain resilience: review and conceptual framework," *Journal of Industrial Engineering International*, vol. 15(suppl 1), pp. 105-117, Dec 2019. DOI: 10.1007/s40092-019-00322-2
- [36] T. Papadopoulos, A. Gunasekaran, R. Dubey, N. Altay, S. J. Childe and S. Fosso-Wamba, "The role of Big Data in explaining disaster resilience in supply chains for sustainability," *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 1108-1118, Jan 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.059
- [37] B. Biringer, E. Vugrin and D. Warren, "Critical infrastructure system security and resiliency," CRC press, Apr 2013.
- [38] M. Bevilacqua, F. E. Ciarapica and G. Marucci, "Supply chain resilience triangle: The study and development of a framework," *International Journal of Economics and Management Engineering*, vol. 11, no. 8, pp. 2046-2053, 2017. DOI: 10.5281/zenodo.1131597
- [39] F. Derakhshi Khajeh and Y. Jabarzadeh, "Developing a causal model of factors influencing supply chain resilience," *Scientific Journal of Supply Chain Management*, vol. 22, no. 68, pp. 56-73, 2020. DOR:20.1001.1.20089198.1399.22.68.4.5 [in Persian]
- [40] C. J. Nosike, O. S. N. Ojobor and C. U. Nosike, "Enhancing business resilience: Innovation and adaptation during and after the global pandemic," *International Journal of Financial, Accounting, and Management*, vol. 6, no. 2, pp. 217-229, Oct 2024. DOI: 10.35912/ijfam.v6i2.1891
- [41] M. Cardoso and I. Ramos, "The resilience of a small company and the grounds of capitalism: Thriving on non-knowledgeable ground," *Sustainability*, vol. 8, no. 1, p. 74, Jan 2016. DOI: 10.3390/su8010074
- [42] I. Gölgeci and S. Y. Ponomarov, "How does firm innovativeness enable supply chain resilience? The moderating role of supply uncertainty and interdependence," *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 27, no. 3, pp. 267-282. Mar 2015. DOI: 10.1080/09537325.2014.971003
- [43] G. Hamel and L. Valikangas, "Why resilience matters," *Harvard Business Review*, vol. 81, no. 9, pp. 56-57, 2003.
- Computers and Industrial Engineering*, vol. 126, pp. 657-672, Dec 2018. DOI: 10.1016/j.cie.2018.10.001
- [15] J. He, F. Alavifard, D. Ivanov and H. Jahani, "A real-option approach to mitigate disruption risk in the supply chain," *Omega: The International Journal of Management Science*, vol. 88, pp. 133-149, Oct 2019. DOI: 10.1016/j.omega.2018.08.008
- [16] V. Brenner, "Causes of Supply Chain Disruptions, An Empirical Analysis in Cold Chains for Food and Pharmaceuticals," Springer. pp. 21-85, Jan 2015. DOI: 10.1007/978-3-658-08662-6
- [17] H. Mollashahi, M. B. Fakhrazad, H. Hoseini Nasab and H. Khademi Zare, "Inter-Chain Competition Based on Sustainability and Resilience Indicators in the Problem of Supply Chain Network Design," *Scientific Journal of Supply Chain Management*, vol. 26, no. 82, pp. 77-93, May 2024. DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.82.6.3 [in Persian]
- [18] S. Hosseini, D. Ivanov, and A. Dolgui. "Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis," *Transportation research part E: logistics and transportation review*, vol. 125, pp. 285-307. May 2019. DOI:10.1016/j.tre.2019.03.001
- [19] M. M. Vali-Siar and E. Roghanian, "Sustainable, resilient and responsive mixed supply chain network design under hybrid uncertainty with considering COVID-19 pandemic disruption," *Sustainable production and consumption*, vol. 30, pp. 278-300. Mar 2022. DOI:10.1016/j.spc.2021.12.003
- [20] L. C. Hendry, M. Stevenson, J. MacBryde, P. Ball, M. Sayed and L. Liu, "Local food supply chain resilience to constitutional change: the Brexit effect," *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 39, no. 3, pp. 429-453. Apr 2019. DOI: 10.1108/IJOPM-03-2018-0184
- [21] C. L. Liu, K. C. Shang, T. C. Lim, K. H. Lai, and Y. V. Lun, "Supply chain resilience, firm performance, and management policies in the liner shipping industry," *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, vol. 110, pp. 202-219. Apr 2018. DOI:10.1016/j.tra.2017.02.004
- [22] S. Mandal, S. Bhattacharya, V. R. Korasiga and R. Sarathy, "The dominant influence of logistics capabilities on integration: Empirical evidence from supply chain resilience," *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*. Vol. 8, no. 4, pp. 357-374, Sep 2017. DOI: 10.1108/IJDRBE-05-2016-0019
- [23] V. Jain, S. Kumar, U. Soni and C. Chandra, "Supply chain resilience: model development and empirical analysis," *International Journal of Production Research*, vol. 55, no. 22, pp. 6779-6800. Nov 2017. DOI: 10.1080/00207543.2017.1349947
- [24] A. Wieland and C. M. Wallenburg, "Dealing with supply chain risks: Linking risk management practices and strategies to performance," *International journal of physical distribution and logistics management*, vol. 42, no.10, pp. 887-905, Nov 2012. DOI: 10.1108/09600031211281411
- [25] A. Ali, A. Mahfouz and A. Arisha, "Analyzing supply chain resilience: integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review," *Supply Chain Management, an international journal*, Vol. 22, No. 1, pp. 16-39, Jan 2017. DOI: 10.1108/SCM-06-2016-0197
- [26] B. R. Tukamuhabwa, M. Stevenson, J. Busby and M. Zorzini, "Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study," *International Journal of Production Research*, vol. 53, no. 18, pp. 5592-5623, Sep 2015. DOI: 10.1080/00207543.2015.1037934
- [27] S. Sabahi, and M. M. Parast, "Firm innovation and supply chain resilience: a dynamic capability perspective," *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 23, no. 3, pp. 254-269, May 2020. DOI: 10.1080/13675567.2019.1683522

- [55] O. T. Bradley-Swanson and D. N. Burrell, "Technological Innovation and Smart Resiliency Strategies in Supply Chain Management," *International Journal of Smart Education and Urban Society (IJSEUS)*, vol. 11, no. 3, pp. 11-22, Jul 2020. DOI: 10.4018/IJSEUS.2020070102
- [56] A. Iftikhar, I. Ali, A. Arslan and S. Tarba, "Digital innovation, data analytics, and supply chain resiliency: A bibliometric-based systematic literature review," *Annals of Operations Research*, vol. 333, no. 2, pp. 825-848, Feb 2024. DOI: 10.1007/s10479-022-04765-6
- [57] I. Kazancoglu, M. Ozbiltekin-Pala, S. K. Mangla, A. Kumar and Y. Kazancoglu, "Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19," *Annals of Operations Research*, vol. 322, no. 1, pp. 217-240, Mar 2023. DOI:10.1007/s10479-022-04775-4
- [58] B. Olaleye, O. Anifowose, A. Efuntade and B. Arije, "The role of innovation and strategic agility on firms resilience: A case study of tertiary institutions in Nigeria," *Management Science Letters*, vol. 11, no. 1, pp. 297-304. 2021. DOI:10.5267/j.msl.2020.8.003
- [59] D. Ivanov, J. Blackhurst and A. Das, "Supply chain resilience and its interplay with digital technologies: Making innovations work in emergency situations," *International journal of physical distribution and logistics management*, vol. 51, no. 2, pp. 97-103, Mar 2021. DOI: 10.1108/IJPDLM-03-2021-409
- [60] A. Belhadi, V. Mani, S. S. Kamble, S. A. R. Khan and S. Verma, "Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation," *Annals of Operations Research*, vol. 333, no. 2, pp. 627-652, Feb 2024. DOI: 10.1007/s10479-021-03956-x
- [61] A. Spieske, M. Gebhardt, M. Kopyto, H. Birkel and E. Hartmann, "The future of industry 4.0 and supply chain resilience after the COVID-19 pandemic: Empirical evidence from a Delphi study," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 181, p. 109344, Jul 2023. DOI: 10.1016/j.cie.2023.109344
- [62] N. Zhao, J. Hong and K. H. Lau, "Impact of supply chain digitalization on supply chain resilience and performance: A multi-mediation model," *International Journal of Production Economics*, vol. 259, p. 108817, May 2023. DOI: 10.1016/j.ijpe.2023.108817
- [63] A. Soltani, M. Babae farsani and S. Hassani moghadam, "Investigating and Analyzing the Impact of Organizational Innovation on Supply Chain Resilience: Case study of manufacturing companies in the field of metal industries based in Shahrekord industrial towns," *Scientific Journal of Supply Chain Management*, vol. 21, no. 62, pp. 18-31, May 2019. DOR: 20.1001.1.20089198.1398.21.62.2.4 [in Persian]
- [64] R. Alikhani, "On the structural properties for the cross product of fuzzy numbers with applications," *Journal of New Researches in Mathematics*, vol. 23, no. 1, pp. 95-110, 2020. [in Persian]
- [65] k. Rezaie and H. Rezaie, "Distance and similarity criteria for fuzzy sets and some of its extensions," *Fuzzy Systems and its Applications*, vol. 1, no. 2, pp. 45-104, Feb 2019. DOR: 20.1001.1.27174409.1397.1.2.4.7 [in Persian]
- [44] W. D. Lv, D. Tian, Y. Wei and R. X. Xi, "Innovation resilience: A new approach for managing uncertainties concerned with sustainable innovation," *Sustainability*, vol. 10, no. 10, p. 3641. Oct 2018. DOI: 10.3390/su10103641
- [45] D. W. Kwak, Y. J. Seo and R. Mason, "Investigating the relationship between supply chain innovation, risk management capabilities and competitive advantage in global supply chains," *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 38 no. 1, pp. 2-21, Jan 2018. DOI: 10.1108/IJOPM-06-2015-0390
- [46] A. Wziątek-Kubiak and M. Pęczkowski, "Strengthening the Innovation Resilience of Polish Manufacturing Firms in Unstable Environments," *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 12, no. 2, pp. 716-739, Jun 2021. DOI: 10.1007/s13132-021-00725-w
- [47] H. Siagian, Z. J. H. Tarigan and F. Jie, "Supply chain integration enables resilience, flexibility, and innovation to improve business performance in COVID-19 era," *Sustainability*, vol. 13, no. 9, p. 4669. Apr 2021. DOI: 10.3390/su13094669
- [48] I. Dovbischuk, "Innovation-oriented dynamic capabilities of logistics service providers, dynamic resilience and firm performance during the COVID-19 pandemic," *The International Journal of Logistics Management*, vol. 33, no. 2, pp. 499-519. Apr 2022. DOI: 10.1108/IJPDLM-05-2017-0184
- [49] W. Yu, R. Chavez, M. A. Jacobs and C. Y. Wong, "Openness to technological innovation, supply chain resilience, and operational performance: exploring the role of information processing capabilities," *IEEE Transactions on Engineering Management*. Vol 71, pp. 1258-1270, Mar 2022. DOI: 10.1109/tem.2022.3156531
- [50] M. Bahrami, S. Shokouhyar and A. Seifian, "Big data analytics capability and supply chain performance: the mediating roles of supply chain resilience and innovation," *Modern Supply Chain Research and Applications*, vol. 4, no. 1, pp. 62-84. Mar 2022. DOI:10.1108/MS CRA-11-2021-0021
- [51] C. Marinagi, P. Reklitis, P. Trivellas and D. Sakas, "The Impact of Industry 4.0 Technologies on Key Performance Indicators for a Resilient Supply Chain 4.0," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, p. 5185. Mar 2023. DOI: 10.3390/su15065185
- [52] Z. Hamidu, B. D. Mensah, K. Issau and E. Asafo-Adjei, "Does technological innovation matter in the nexus between supply chain resilience and performance of manufacturing firms in a developing economy?," *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 34, No. 6, pp. 981-1003, Jun 2023. DOI: 10.1108/JMTM-11-2022-0384
- [53] A. Belhadi, S. Kamble, N. Subramanian, R. K. Singh and M. Venkatesh, "Digital capabilities to manage agri-food supply chain uncertainties and build supply chain resilience during compounding geopolitical disruptions," *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 44, No. 11, pp. 1914-1950, Jan 2024. DOI: 10.1108/IJOPM-11-2022-0737
- [54] A. Issa, A. Khadem, A. Alzubi and A. Berberoğlu, "The Path from Green Innovation to Supply Chain Resilience: Do Structural and Dynamic Supply Chain Complexity Matter?," *Sustainability*, vol. 16, no. 9, p. 3762, Apr 2024. DOI: 10.3390/su16093762

ضمائم

ضمیمه ۱- جدول (۱): متغیرها و شاخص‌های ریسک و آسیب‌پذیری زنجیره تامین

[illegible]

ضمیمه ۲- جدول (۲): قابلیت‌های یو یای زنجیره تامین

متغیرهای قابلیت یوبا	شرح و تعریف
آگاهی و حساسیت	توجه واقعی‌بینانه و ادراک وجودی ریسک و آسیب‌پذیری زنجیره تامین و ناآگاهی از مواجهه با آن
استواری	توانایی پیش‌گیری و استحکام زنجیره تامین در جهت مقاومت در مقابل تغییرات مخرب
اشتراک و مدیریت اطلاعات	ایجاد و استفاده از زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات و تبادل و اشتراک داده و اطلاعات
اشتراک و مدیریت دانش	توانایی یادگیری از آموزش و تغییرات سایر نهادها و توسعه دانش ساختارهای فیزیکی و اطلاعاتی
اعتماد و سرمایه اجتماعی	درجه اطمینان متقابل اعضا و مزیت شایستگی روابط در تقویت همکاری جهت کاهش آسیب‌پذیری
انعطاف‌پذیری	توانایی تغییر متناسب با تغییرات در ورودی‌ها و خروجی‌ها با کمترین تلاش، هزینه و زمان
پایداری	استفاده از منابع با حفظ ظرفیت بهر‌مندی آتی در جهت کاهش آسیب‌پذیری جاری مناطق با الزامات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی
تسهیم و مدیریت ریسک	شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها مبتنی بر روش‌های کیفی و کمی و تلاش و همکاری بین‌سازمانی در جهت کاهش یا تسهیم آنها
تصمیم‌گیری مبتنی بر برنامه	تصمیم‌گیری مبتنی بر برنامه‌ها و اقدامات متناسب پیشینی در مدیریت اختلال
تعهد و راهبری مدیریت ارشد	توانایی و میزان تعهد و حمایت مدیران ارشد در فرایندهای راهبری خلق ارزش در زنجیره تامین
تمرکززدایی و انتشار	میزان گسترده‌گی در توزیع دارایی‌ها، منابع و ساختار زنجیره تامین
تنوع پورتفوی	بهربردارای از تنوع در استفاده‌ها و مهارت‌ها، قابلیت‌ها، محصولات، تامین‌کنندگان و بازار
چابکی	توانایی واکنش سریع زمانی در مقابل رویدادهای غیرمنتظره و تغییرات نامنظم زنجیره تامین
رویت‌پذیری	توانایی تشخیص زمانی و وضعیت یک موجودیت عملیاتی به‌منظور کشف و شناسایی تهدیدها
ساختار و سازمان‌دهی	ایجاد ساختارهای راهبری، منابع انسانی، خط‌مشی‌ها، مهارت‌ها و فرهنگ سازمانی
طراحی و پیگیربندی زنجیره تامین	طراحی شبکه و زیرساخت زنجیره تامین تاب‌آور با توجه به درک مداومت آسیب‌پذیری و اختلال بودن
ظرفیت و افزونگی	میزان دسترس‌پذیری به دارایی‌ها با ماهیت راهبردی، ذخیره و ایمنی جهت حفظ سطح تولید پایدار
فرهنگ مراقبه	ویژگی‌ها و رفتارهای نهادینه شده در ابعاد مختلف مبتنی بر دیدگاه‌های مشترک اعضاء زنجیره تامین
قدرت مالی	ظرفیت و توانایی جذب نوسانات در زیرساخت‌ها و جریان مالی زنجیره تامین
کارایی	توانایی تولید خروجی‌ها با حداقل منابع مورد نیاز
مدیریت امنیت	توانایی محافظت و دفاع در مقابل اختلالات ناشی از تهدیدهای عمدی
مدیریت لجستیک	توانایی جابجایی و نظارت بر ورود و خروج کالاها و جریان اطلاعات در جهت کاهش آسیب‌پذیری
مدیریت منابع انسانی	مدیریت و توسعه منابع انسانی به واسطه برنامه‌ریزی و آموزش مرتبط با اهداف زنجیره تامین
مشارکت عمومی-خصوصی	تقویت و بسط فرصت مشارکت سهامداران، اعضاء، سازمان‌ها و دولت در راستای اثربخشی اهداف
موقعیت بازار	وضعیت شرکت، محصولات و خدمات آن در بازارهای مرتبط و خاص
همسویی	ایجاد همسویی راهبردی مبتنی بر قابلیت‌ها و همسویی انگیزه و همگامسازی تصمیم با مشارکت اعضا در جهت اهداف تاب‌آوری
همکاری	همه‌گنی و هم‌قایتی در انجام کار مؤثر به‌صورت افقی و عمودی با دیگر اعضا به‌منظور تامین منافع متقابل در جهت کاهش آسیب‌پذیری
یکپارچگی	میزان تعامل و انسجام داخلی و خارجی در ابعاد ارتباطاتی و اطلاعاتی زنجیره تامین

ضمیمه ۳- جدول (۳): قابلیت‌های عملیاتی تاب‌آوری زنجیره تامین

فازهای اختلال	مراحل اختلال	راهنبرد تاب‌آوری	متغیرهای قابلیت عملیاتی و ظرفیت‌های عملیاتی متناظر تاب‌آوری
پیش از اختلال	اختلال بالقوه	کنشی	پیشگیری ^۱ : توانایی تشخیص، شناسایی رویدادها و تهدیدهای محیطی بالقوه و تلاش برای دوری قاطع و به‌موقع از آنها در فرایندهای مختلف قبل از
حین اختلال	اختلال پنهان	کنشی و همزمان	آمدگی ^۲ : رصد و دریافت یک اختلال محتمل از طریق سیستم‌های هشدار و اقدامات متقابل مبتنی بر برنامه‌های از پیش تعیین شده و مقاومت در جهت
پس از اختلال	اختلال حاد قابل کنترل	همزمان و واکنشی	پاسخ‌گویی ^۳ : توانایی همزمان واکنش بر رویدادها در جهت حفظ کنترل روی ساختار و کارکردهای زنجیره تامین به‌منظور کاهش اثر منفی اختلال و یا تغییر
پس از اختلال	اختلال حاد غیرقابل کنترل	واکنشی	بازایی ^۴ : توانایی ادامه، ترمیم و بازگشت سریع به وضعیت اصلی عملیاتی و یا استقرار مجدد در وضعیت مطلوب ضمن کمینه نمودن تأثیر اختلال
همه فازهای اختلال	همه مراحل اختلال	کنشی و همزمان و واکنشی	سازگاری ^۵ : رویکرد تطابق مثبت گرا و توانایی مدیریت و تنظیم منابع بحرانی زنجیره تامین به‌طور مستمر در وضعیت اصلی و یا در پاسخ به چالش‌ها یا
			یادگیری ^۶ : توانایی ایجاد تغییرات پایدار رفتاری مبتنی بر تحلیل چگونگی وقوع اختلال و تجربیات مواجهه با آن، به‌منظور بهبود عملکرد و تطبیق با

ضمیمه ۴- جدول (۴): گونه‌های نوآوری تاب‌آورانه زنجیره تامین

متغیرها و شاخص های نوآوری تاب آورانه		محققان	
۱-سازمان و زنجیره تامین	SCRIN _۱	RIN _{۱۶}	✓
	آموزش و یادگیری متقابل سازمانی و بین سازمانی	RIN _{۱۷}	✓
	برنامه ریزی اقتصادی و تداوم مدیریت محراب	RIN _{۱۸}	✓
	تحلیل ساختار نو	RIN _{۱۹}	✓
	رصد و ارزیابی مستمر دارایی های در جریان و شاخص های کلیدی عملکرد	RIN _{۲۰}	✓
	ایستادگی مدیریت نوآوری و توانایی کارکنان و ایستادگی تجهیزات	RIN _{۲۱}	✓
	توجه به مزایای و مشارکت و بهره وری کارکنان	RIN _{۲۲}	✓
	بهره وری مجدد و بهره وری منابع و کارایی	RIN _{۲۳}	✓
	ساختار و اختیارات سازمانی و منابع متنوع و استراتژی های نوآوری و نوآوری	RIN _{۲۴}	✓
	۲-تکنولوژی و فرایند	SCRIN _۲	RIN _{۲۵}
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۲۶}	✓	
چندگانگی منابع بازاری و انتفاع پذیری قراردادهای تامین و توزیع	RIN _{۲۷}	✓	
مدیریت کیفیت، تعمیرات پیشگیرانه و بهره وری	RIN _{۲۸}	✓	
الگوپذیری و بهبود مستمر و هم افزایی فرایندهای محوری	RIN _{۲۹}	✓	
مدیریت مستمری و امنیت سایبری و دفاع چندلایه	RIN _{۳۰}	✓	
تکنولوژی ارتباطات و اطلاعات و سیستم های یکپارچه داخلی و خارجی	RIN _{۳۱}	✓	
۳-محصول، مواد و انرژی	SCRIN _۳	RIN _{۳۲}	✓
مدیریت موجودی و کاهش اثر ضلای	RIN _{۳۳}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۳۴}	✓	
چندگانگی منابع بازاری و انتفاع پذیری قراردادهای تامین و توزیع	RIN _{۳۵}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۳۶}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۳۷}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۳۸}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۳۹}	✓	
۴-وضعیت مالی	SCRIN _۴	RIN _{۴۰}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۴۱}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۴۲}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۴۳}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۴۴}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۴۵}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۴۶}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۴۷}	✓	
۵-وضعیت بازار	SCRIN _۵	RIN _{۴۸}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۴۹}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۵۰}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۵۱}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۵۲}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۵۳}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۵۴}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۵۵}	✓	
۶-وضعیت بازار	SCRIN _۶	RIN _{۵۶}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۵۷}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۵۸}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۵۹}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۶۰}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۶۱}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۶۲}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۶۳}	✓	
۷-وضعیت بازار	SCRIN _۷	RIN _{۶۴}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۶۵}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۶۶}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۶۷}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۶۸}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۶۹}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۷۰}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۷۱}	✓	
۸-وضعیت بازار	SCRIN _۸	RIN _{۷۲}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۷۳}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۷۴}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۷۵}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۷۶}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۷۷}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۷۸}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۷۹}	✓	
۹-وضعیت بازار	SCRIN _۹	RIN _{۸۰}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۸۱}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۸۲}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۸۳}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۸۴}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۸۵}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۸۶}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۸۷}	✓	
۱۰-وضعیت بازار	SCRIN _{۱۰}	RIN _{۸۸}	✓
تفویض و ذخیره مالی	RIN _{۸۹}	✓	
حذف خطاهای و کاهش ضایعات و هدررفت و بهینه سازی انرژی	RIN _{۹۰}	✓	
فرایند نوآوری و پشتیبانی در تامین، تولید و توزیع	RIN _{۹۱}	✓	
مدیریت هزینه های عملیاتی	RIN _{۹۲}	✓	
طراحی محصول از با اهداف مشتری و امکان ارائه از طریق استراتژی توزیع	RIN _{۹۳}	✓	
ارکان محصول و کارایی چندگانه و برای گروه های متفاوت مشتریان	RIN _{۹۴}	✓	
تعریف محصول جدید و یا ایجاد تغییر و تغییر در یکپارچگی آن	RIN _{۹۵}	✓	

¹² Grow/Thrive

ضمیمه ۵- جدول (۵): کشف تناظر بین قابلیت های پویای تاب آوری و گونه های نوآوری عطف به مآخذ محققان

قابلیت های پویای تاب آوری	گونه های نوآوری تاب آورانه متناظر
آگاهی و حساسیت	SCRDC _۱
استواری	SCRDC _۲
اشتراک و مدیریت اطلاعات	SCRDC _۳
اشتراک و مدیریت دانش	SCRDC _۴
اعتماد و سرمایه اجتماعی	SCRDC _۵
انعطاف پذیری	SCRDC _۶
پایداری	SCRDC _۷
تسهیم و مدیریت ریسک	SCRDC _۸
تصمیم گیری مبتنی بر برنامه	SCRDC _۹
تعهد و راهبری مدیریت ارشد	SCRDC _{۱۰}
تمرکززدایی و انتشار	SCRDC _{۱۱}
تنوع پورتفوی	SCRDC _{۱۲}
چابکی	SCRDC _{۱۳}
رویت پذیری	SCRDC _{۱۴}
ساختار و سازمان دهی	SCRDC _{۱۵}
پیگیری زنجیره تامین	SCRDC _{۱۶}
ظرفیت و افزونگی	SCRDC _{۱۷}
فرهنگ مراقبه	SCRDC _{۱۸}
قدرت مالی	SCRDC _{۱۹}
کارایی	SCRDC _{۲۰}
مدیریت امنیت	SCRDC _{۲۱}
مدیریت لجستیک	SCRDC _{۲۲}
مدیریت منابع انسانی	SCRDC _{۲۳}
مشارکت عمومی- خصوصی	SCRDC _{۲۴}
موقعیت بازار	SCRDC _{۲۵}
همسویی	SCRDC _{۲۶}
همکاری	SCRDC _{۲۷}
یکپارچگی	SCRDC _{۲۸}

ضمیمه ۶- جدول (۶): کشف تناظر بین قابلیت های عملیاتی تاب آوری و گونه های نوآوری عطف به مآخذ محققان

عملیاتی تاب آوری قابلیت های	گونه های نوآوری تاب آورانه متناظر
پیشگیری و اجتناب	SCROC _۱
آمادگی و جذب	SCROC _۲
پاسخ گویی و کنترل	SCROC _۳
بازایی و تداوم	SCROC _۴
سازگاری و همزیستی	SCROC _۵
یادگیری و رشد	SCROC _۶