10.30495/QJOPM.2019.665037

«Productivity Management»
Vol.13, No.48, Spring 2019
Date of receipt: 2017.04.09
Date of acceptance:2018.06.10
"Research Article"

Determination of Resilience Strategies and Their Reciprocal Influences in Iran Khodro Supply Chain

Kazem Ravansetan[1]

*HassanAli Aghajani (Ph.D.)**[2]

AbdolHamid Safaei Ghadikalaei (Ph.D.)[3]

Mahmood Yahyazadehfar (Ph.D.)[4]

Abstract

This research deals with resilient supply chain in Iran Khodro Company. The current study was undertaken with the aim of enhancing the resilience of supply chain against environmental disturbances in Iran Khodro Company. To serve the purpose, a number of strategies were determined that can prevent company's viable production breakdowns or can instantaneously resume production more adequately after probable breakdowns. The causal relationship among the strategies were also investigated. The population of this research included managers and experts in logistics and planning departments of Sapco Company. Initially, all 12 failure modes that have the potential of breading down the production chain were identified through literature review and expert opinions. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) and Failure Anlayisis after Occurrence (FAAO) were employed to determine supply chain resilience strategies prior to and following failure, respectively. Moreover, the relationships and reciprocal effects among the identified resilience strategies were explored using Dematel technique. Experts determined four high risk failure conditions with the highest Risk Priority Number (RPN); using FMEA techniques, they also identified 21 strategies that could promote resilience in the company's supply chain as well as six of the most effective strategies using FAAO techniques.

Key Words: Iran Khodro, Resilience, Restoring, Strategy.

1.Department of Management, Faculty of Economics and Executives, Mazandaran University, Babolsar, Iran

۲.Associate Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Economics and Executives, Mazandaran University, Babolsar, Iran. Aghajani@umz.ac.ir

۳.Safaei Ghadikalaei. Department of Industrial Management, Faculty of Economics and Executives, Mazandaran University, Babolsar, Iran, AB.safaei@umz.ac.ir

۴.Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Economics and Executives, Mazandaran University, Babolsar, Iran, M.yahyazadeh@umz.ac.ir

«مدیریت بهره وری»
سال سیزدهم- شماره چهل و هشت- بهار ۱۳۹۸
ص ص: ۱۴۲ – ۱۰۵
تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۰
نوع مقاله: پژوهشی

doi 10.30495/QJOPM.2019.665037

تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری و تأثیرات متقابل آنها در زنجیره تأمین ایران خودرو

کاظم روانستان[۱]
دکتر حسنعلی آقاجانی*[۲]
دکتر عبدالحمید صفایی قادیکلایی[۳]
دکتر محمود یحیی‌زاده‌فر[۴]

چکیده

تحقیق حاضر به مطالعه و بررسی زنجیره تأمین تاب‌آور شرکت ایران‌خودرو می‌پردازد. هدف این تحقیق ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین ایران خودرو در مقابل آشفتگی‌های محیطی می‌باشد. به همین منظور استراتژی‌هایی که بتواند از وقوع توقفات در خطوط تولید ایران‌خودرو جلوگیری کرده و یا در صورت توقف، با کمترین زمان ممکن به حالت قبل از شکست یا مطلوب‌تر از آن بازیابی شود، تعیین شدند و روابط علت و معلولی بین این استراتژی‌ها نیز مشخص شدند. در این تحقیق کلیه حالات شکست که پتانسیل توقف خطوط تولید ایران‌خودرو را دارند (۱۲ حالت شکست) از طریق تئوری تحقیق و نظرات خبرگان شناسایی شده است. جامعه آماری این تحقیق مدیران و کارشناسان واحدهای لجستیک و برنامه‌ریزی شرکت ساپکو بوده است. در این تحقیق از تکنیک تحلیل حالات شکست و اثرات آن (FMEA) برای تعیین استراتژی‌های تاب آوری در زنجیره تأمین قبل از بروز شکست و تکنیک جدید تحلیل شکست پس از وقوع (FAAO) برای تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین بعد از وقوع شکست استفاده شده است. همچنین با استفاده از روش دیمتل[۵] نیز روابط بین استراتژی‌های تاب‌آوری که با استفاده ازتکنیک‌های[۶] (FMEA و FAAO) تعیین شدند، بعلاوه جهت تأثیرات متقابل بین آنها مشخص شدند. خبرگان از طریق تکنیک FMEA چهار حالت شکست را که دارای بیشترین نمره اولویت ریسک[۷] (RPN) بوده‌اند، را انتخاب و تعداد ۲۱ استراتژی برای تاب‌آور ساختن زنجیره تأمین ایران‌خودرو برای مقابله با این حالات شکست معرفی کردند. از طریق تکنیک FAAO نیز تعداد ۶ استراتژی جهت تاب آور ساختن زنجیره تأمین نسبت به شکست تعیین شدند.

واژه های کلیدی: استراتژی، ایران‌خودرو، بازیابی، تاب‌آوری.

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲- دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (نویسنده مسؤول)
Aghajani@umz.ac.ir
۳-دانشیارگروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی واداری،دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران،AB.safaei@umz.ac.ir
۴-استادگروه مدیریت بازرگانی،دانشکده‌علوم‌اقتصادی‌واداری،دانشگاه‌مازندران،بابلسر،ایران، M.yahyazadeh@umz.ac.ir
5.Dematel
6.Failure Modes and Effects Analysis & Failure Analysis After Occurrence
7.Risk Priority Number

مقدمه

تاب‌آوری به توانایی زنجیره تأمین در غلبه کردن بر آشفتگی‌های غیرمنتظره اشاره می‌کند (کاروالهو و کروز ماچادو[1]، ۲۰۱۱). قابلیت تاب‌آوری یک شرکت را قادر می‌سازد شکست‌ها را پیش بینی و بر آن غلبه کند. این قابلیت می‌تواند از یک شکست واقعی جلوگیری نماید، اثر شکست را تعدیل نموده یا تطابق را به دنبال یک شکست امکان‌پذیر سازد (پتیت و دیگران[2]، ۲۰۱۰). هدف از تجزیه و تحلیل و مدیریت تاب‌آوری زنجیره تأمین، جلوگیری از انتقال به وضعیت نامطلوب است یعنی جایی که حالات شکست ممکن است اتفاق بیفتند. در سیستم‌های زنجیره تأمین، هدف واکنش، کارا نشان دادن به اثرات منفی آشفتگی‌ها می‌باشد (کاروالهو و کروز ماچادو، ۲۰۱۱). لذا با توجه به اهمیت موضوع، کارکنان در همه سطوح شرکت باید آگاهی از شکست‌ها داشته باشند و برای یادگیری از شکست‌های هر چند کوچک درون زنجیره تأمین تلاش کنند. مدیران نیز باید یک زیرساخت مناسب برای مدیریت ریسک به صورت رسمی با تخصیص نیروی انسانی و منابع اطلاعاتی ایجاد کنند تا مدیریت و پاسخ گویی به ریسک‌های واقعی و درک شده را تخصصی سازند (آمبولکار و دیگران[3]، ۲۰۱۵).

مطالعه موردی این تحقیق زنجیره تأمین شرکت ایران‌خودرو می‌باشد. شرکتی که بزرگترین خودرؤساز خاورمیانه بوده و بیش از یک میلیون نفر به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به آن وابسته می‌باشند. این شرکت در طول نیم قرن فعالیت بارها تا مرز ورشکستگی و زیان‌دهی پیش رفته است. توقفات متعدد شرکت ایران‌خودرو در این سال‌ها منجر به زیان‌های هنگفت و یا سودهای از دست رفته برای سهامداران شده است و با توجه به تعدد متغیرها در ریسک توقف این شرکت، مدیریت این متغیرها هم بسیار دشوار بوده است. با توجه به موارد مذکور مسأله‌ای که این تحقیق به آن می‌پردازد بهره‌وری پایین زنجیره تأمین شرکت ایران‌خودرو به علت بروز شکست‌های متعدد در آن است که در راستای اقتصاد مقاومتی و حمایت از تولید داخلی ضرورت توجه به آن

1.Carvalho & Cruz-Machado
2.Pettit etal
3.Ambulkar etal

اجتناب‌ناپذیر است. هدف از این تحقیق تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری در زنجیره تأمین ایران‌خودرو جهت افزایش میزان بهره‌وری آن می‌باشد. بدین معنی که برای هر نوع حالت آشفتگی در زنجیره تأمین این شرکت، استراتژی‌هایی وجود داشته باشد که بتواند در مقابل آن مقاومت کرده و حتی اگر این آشفتگی منجر به شکست شد، بتواند فوراً به وضعیت قبلی یا یک وضعیت مطلوب‌تر از گذشته بازیابی شود. نوآوری این تحقیق ارائه یک فرآیند نظام‌مند برای تجزیه و تحلیل تاب‌آوری و تعیین استراتژی‌هایی جهت مقابله با حالات شکست قبل و بعد از وقوع شکست و در نهایت تعیین ارتباط بین این استراتژی‌ها می‌باشد و این فرآیند در چند مرحله مرتبط به هم و با تکنیک‌های آماری و کمّی انجام می‌شود. در این مقاله ابتدا تاب‌آوری در زنجیره تأمین، سپس آشفتگی‌ها، عدم قطعیت و شکست‌هایی که زنجیره تأمین شرکت ایران‌خودرو با آن مواجه هستند به علاوه پارامترها و استراتژی‌های تاب‌آوری معرفی می شوند و در ادامه با تکنیک‌های FMEA و FAAO، استراتژی‌های تاب‌آوری در این شرکت تعیین می گردند. در نهایت هم ارتباط علت و معلولی استراتژی‌های تاب‌آوری با استفاده از روش دیمتل مشخص می‌شود.

تاکنون تعاریف نسبتاً زیاد و مشابهی از تاب‌آوری ارائه شده است. رایس و کانیاتو[1] (۲۰۰۳) توانایی سازمان برای واکنش به یک شکست غیرمنتظره را تاب‌آوری نامیدند. محققان دیگری توانایی زنجیره تأمین برای غلبه کردن بر رویدادهای همراه با ریسک در جهت برگشت به عملیات قبلی یا حرکت به یک وضعیت جدید و مطلوب‌تر پس از وقوع آشفتگی را به عنوان تاب‌آوری معرفی کرده‌اند (کریستوفر و پک[2]، ۲۰۰۴). از دیدگاه شفی و رایس[3] (۲۰۰۵) توانایی برای برگشت از شکست، تاب‌آوری می‌باشد. در تحقیق دیگری تاب‌آوری را به صورت توانایی انطباق زنجیره تأمین برای آمادگی در برابر رخدادهای غیرمنتظره، پاسخ گویی به شکست‌ها و بازیابی از آنها به وسیلهٔ حفظ مداوم عملیات در سطح مطلوب و کنترل ساختار و کارکرد معرفی کرده‌اند (پانامارو و هلکمب[4]،

1.Rice & Caniato
2.Christopher & Peck
3.Sheffi & Rice
4.Ponomarov & Holcomb

۲۰۰۹). در میان همه تعاریف ارائه شده در مورد تاب‌آوری، عبارت‌ها ممکن است جایگزین هم شوند اما مفهوم اصلی تاب‌آوری، توانایی یک سیستم برای برگشت به یک حالت پایدار بعد از وقوع شکست می‌باشد (استار و دیگران[1]، ۲۰۰۳). هر چند تعریف برگشت به حالت اصلی بعد از یک تغییر شکل برای تاب‌آوری نظری قلمداد می‌شود اما بسیاری از سازمان‌ها این آگاهی را ندارند که در نظر گرفتن تاب‌آوری زنجیره تأمین به عنوان بخشی از استراتژی‌هایی که سازمان‌ها در هنگام توسعه مدیریت ریسک و مدیریت کسب و کار در نظر می‌گیرند، ضروری است (کریستوفر و پک، ۲۰۰۴).

تاب‌آوری به شرکت‌ها اجازه می‌دهد که شکست‌های زنجیره تأمین را مدیریت کنند و تحویل محصولات و خدمات خود به مشتریان را ادامه دهند (شفی و رایس، ۲۰۰۵). محققان مختلف نشان دادند که تاب‌آوری یک روش مؤثر برای مدیریت ریسک و بازیابی از شکست است (چوپرا و سودهی[2]، ۲۰۰۴؛ هورا و کلاسن[3]، ۲۰۱۳؛ بلکه ورست و دیگران[4]، ۲۰۱۱). هدف از تجزیه و تحلیل و مدیریت تاب‌آوری زنجیره تأمین، جلوگیری از انتقال به وضعیت نامطلوب است یعنی جایی که حالات شکست ممکن است روی دهد. در سیستم‌های زنجیره تأمین هدف، واکنش کارا نشان دادن به اثرات منفی آشفتگی‌ها می‌باشد (کاروالهو و کروز ماچادو، ۲۰۱۱). بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، کارکنان در همه سطوح شرکت باید آگاهی از شکست‌ها داشته باشند و برای یادگیری از شکست‌های هر چند کوچک درون زنجیره تأمین تلاش کنند. مدیران نیز باید یک زیرساخت مناسب برای مدیریت ریسک به صورت رسمی با تخصیص نیروی انسانی و منابع اطلاعاتی ایجاد کنند تا مدیریت و پاسخ گویی به ریسک‌های واقعی و درک شده را تخصصی سازند (آمبولکار و دیگران، ۲۰۱۵).

شرکت‌های زنجیره تأمین از وقوع شکست در زنجیره تأمین آسیب می بینند و لذا کارایی زنجیره تأمین پایین می‌آید (سونی و دیگران[5]، ۲۰۱۴). شکست در زنجیره تأمین

1.Starr etal
2.Chopra & Sodhi
3.Hora & Klassen
4.Blackhurst etal.
5.Soni etal

یک رخداد است که جریان کالاها یا خدمات را در زنجیره تأمین منقطع می‌کند (کرایقد و دیگران[1]، ۲۰۰۷) و می‌تواند پیامدهای شدید منفی روی عملکرد مالی، بازار و عملیاتی شرکت داشته باشد (ناراسیمهام و تالوری[2]، ۲۰۰۹). شکست‌های زنجیره تأمین رویکردهای برنامه‌ریزی نشده‌ای هستند که ممکن است در زنجیره تأمین اتفاق بیفتند و احتمالاً بر جریان نرمال یا قابل انتظار مواد و اجزا اثر بگذارند (اسونسون[3]، ۲۰۰۱). در تئوری اصطلاح آشفتگی (ماسون جونز و تاویل[4]، ۱۹۹۸)، شکست (بلکهورست و دیگران، ۲۰۰۵)، آسیب‌پذیری (اسونسون، ۲۰۰۰) و ریسک (چوپرا و سودهی، ۲۰۰۴) به جای هم مورد استفاده قرار می‌گیرند. آشفتگی به صورت یک رخداد قابل پیش‌بینی یا غیرقابل پیش‌بینی که مستقیماً بر عملیات و ثبات عادی یک سازمان یا یک زنجیره تأمین اثر می‌گذارد تعریف می‌شود (کاروالهو، ۲۰۱۲). آشفتگی زنجیره تأمین عدم صلاحیت زنجیره تأمین در پاسخ گویی به آشفتگی‌ها و متعاقباً دستیابی به اهداف است. وقتی شرکت‌ها در معرض آشفتگی قرار بگیرند حالات شکست در زنجیره تأمین ایجاد می‌شود و سبب رخدادهای تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی مثل بحران سیاسی و اقتصادی یا فجایع محیطی می‌شود مانند حادثه ۱۱ سپتامبر و قطع برق چند روزه در آمریکا (آزودو و دیگران[5]، ۲۰۰۸). آشفتگی‌ها انحراف کمّی یا کیفی از حالت نرمال یا مورد انتظار می‌باشد (بلکهورست و دیگران، ۲۰۱۱). محققان دیگری آشفتگی‌ها را به صورت یک رخداد غیرقابل پیش‌بینی تعریف کردند که بر عملیات معمول و پایداری یک شرکت یا زنجیرهٔ تأمین اثر می‌گذارند (باروسو و دیگران[6]، ۲۰۰۸).

کارکردهای تاب‌آوری با دو هدف توسعه داده شده‌اند: اول برای کاهش شدت آشفتگی از طریق بهبود افزونگی و میدان دید در سیستم. دوم برای بازیابی سریع شرکت به یک رفتار نرمال (کاروالهو، ۲۰۱۲). شدت اثرات منفی آشفتگی بر روی عملکرد زنجیره تأمین با وجود ویژگی‌های مشخص در زنجیره تأمین که توانایی برای جذب

1.Craighead etal
2.Narasimhan & Talluri
3.Svensson
4.Mason-Jones & Towill
5.Azevedo etal
6.Barroso etal

خسارات بالقوه و کمّینه کردن شدت حالات خرابی فراهم می‌کند، مرتبط است. بعد از وقوع رخداد شکست، مدیران زنجیره تأمین کارکردهایی را برای برگشت به حالت اول اجرا می‌کنند (تاملین[1]، ۲۰۰۶). کارکردهای اقتضایی مژثرتر است که زمان بازیابی کوتاه‌تری داشته باشد (کاروالهو، ۲۰۱۲). ترابی و دیگران[2] (۲۰۱۵) برای هر تأمین‌کننده پروفایلی در نظر گرفتند که انواع مختلف رخدادهای شکست که می‌تواند هر تأمین‌کننده را با توقف مواجه سازد، احتمال این رخدادهای شکست و اثر آنها بر روی فرآیندها/ عملیات مهم تأمین‌کننده و همچنین ظرفیت تولید آنها و در نهایت زمان‌های بازیابی برآورد شده برای رخدادهای مختلف شکست را شامل می‌شود. محققان دیگری چارچوبی توسعه دادند که شامل یک رویکرد کیفی برای اندازه‌گیری تاب‌آوری بر حسب هزینه‌های متحمل شده در بازیابی از شکست می‌شود. این چارچوب شامل یک رویکرد کیفی می‌شود که ویژگی‌های کیفی زنجیره تأمین را که بر تاب‌آوری اثر می‌گذارد مورد آزمون قرار می‌دهد تا مسیرهایی جهت بهبود بالقوه فراهم می‌کند (ووگرین و دیگران[3]، ۲۰۱۱).

شکست‌ها و آشفتگی‌ها در زنجیره تأمین اجتناب‌ناپذیر هستند. بنابراین تمرکز مدیریت نباید صرفاً بر روی رخدادهای ناسازگار باشد (آیا آنها اتفاق می‌افتند یا خیر) بلکه باید بر روی توسعه و مدیریت یک زنجیره تأمین متمرکز باشد که قادر است به طور مژثری به شوک‌های محیطی پاسخ دهد (گلیکمن و وایت[4]، ۲۰۰۶). توانایی برای واکنش مقتضی به شکست‌ها خواه طبیعی و خواه غیرطبیعی، یک ضرورت استراتژیک برای بقای کسب و کار است. بویژه زمانی که سازمان متشکل از تعدادی شبکه به هم وابسته از نهادها است (هانا و دیگران[5]، ۲۰۱۰). کاروالهو (۲۰۱۲) استراتژی‌های تاب‌آوری را به صورت زیر معرفی کرده است: ایجاد افزونگی (مانند در نظر گرفتن موجودی ایمنی)، افزایش تنوع در نهادهای زنجیره تأمین (مانند تأمین منعطف)، همچنین در فرآیند (مانند فرآیندهایی که محصولات متنوع را ارائه می‌دهند)، افزایش سرعت زنجیره تأمین (مانند

1.Tomlin
2.Torabi etal
3.Vugrin etal
4.Glickman & White
5.Hanna etal

کاهش LT)، بهبود تسهیم اطلاعات (مانند توسعه میدان دید زنجیره تأمین) و همکاری (مانند تسهیم ریسک) (کاروالهو، ۲۰۱۲). لح و سای[1] (۲۰۱۴) چندین ویژگی را در مدیریت مؤثر شکست‌های زنجیره تأمین ضروری دانسته‌اند شامل قابلیت پاسخ گویی، انعطاف‌پذیری، روابط قوی با تأمین‌کنندگان، توانایی سازمان برای تأثیرگذاری بر روی تقاضا، تعهد به سازمان و همسانی در فرآیندها و رویه‌ها. استراتژی تاب‌آوری ایجاد بافرهای موجودی استراتژیک را افزایش می‌دهد. به عبارتی دیگر کارکردهای تاب‌آوری تقاضای وجود بافرهای موجودی استراتژیک دارد (کاروالهو و کروز ماچادو، ۲۰۱۱).

لح و سای (۲۰۱۴) ویژگی‌های رویکردهای کاهش ریسک را موارد زیر شناسایی کرده‌اند:

۱-افزایش ظرفیت
۲-تأمین‌کنندگان اضافی
۳-افزایش پاسخ گویی
۴- افزایش موجودی
۵- افزایش انعطاف‌پذیری
۶- تقاضای ائتلاف یا ادغام
۷- افزایش توانایی‌ها.

اثربخشی این استراتژی‌ها منجر به حذف علت‌های ریشه‌ای شکست می‌شود که در سازمان‌های مختلف متفاوتند. سونی و دیگران (۲۰۱۴) توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین را موارد زیر معرفی کردند:

۱- چابکی
۲- همکاری
۳- قابلیت دید
۴- فرهنگ مدیریت ریسک
۵- قابلیت انطباق
۶- تسهیم ریسک و درآمد

1.Loh & Thai

۷- اعتماد در میان بازیگران
۸- تسهیم اطلاعات
۹- قابلیت حفظ و نگهداری
۱۰- مسؤولیت اجتماعی شرکت
۱۱- امنیت اطلاعات
۱۲- ساختار زنجیره تأمین
۱۳- برنامه‌ریزی ریسک استراتژیک
۱۴- تسهیم دانش.

محققان تحقیقات مختلفی بر روی قابلیت تاب‌آوری سازمان‌ها در مقابل آشفتگی‌های زنجیره تأمین و شکست‌هایی که در زنجیره اتفاق می‌افتد انجام داده‌اند. به علاوه استراتژی‌هایی جهت مقابله با شکست‌ها و بازیابی از آنها ارائه کرده‌اند. در این بخش به مبانی تجربی تعدادی از تحقیقاتی که تاکنون در ارتباط با تاب‌آوری در زنجیره تأمین و انواع شکست‌ها و عدم قطعیت در زنجیره تأمین، به علاوه استراتژی‌های تاب‌آوری انجام شده است، پرداخته می‌شود و به طور خلاصه اهداف، یافته‌ها و نتایج تحقیقات و کاربرد آنها بیان می‌گردد.

کریستوفر و پک (۲۰۰۴) یک مدل مفهومی برای طبقه‌بندی برخی منابع ریسک‌های زنجیره تأمین ارائه کردند و چگونگی غلبه بر این ریسک‌ها را پیشنهاد کردند. آنها اصول زیر را برای طراحی زنجیره‌های تأمین تاب‌آور پیشنهاد کردند. ۱-انتخاب استراتژی‌های زنجیره تأمین ۲-موازنه مجدد کارایی در مقابل افزونگی ۳-توسعه کار با تشریک مساعی ۴- توسعه میدان دید ۵- بهبود سرعت و شتاب زنجیره تأمین.

کرایقد و همکاران (۲۰۰۷) از مصاحبه‌های ساختار یافته و تکنیک رخداد بحرانی استفاده کردند تا علت تفاوت شدت شکست در میان زنجیره‌های تأمین را دریابند. آنها شدت شکست و ارتباط به سه ویژگی طراحی زنجیره تأمین یعنی تراکم، پیچیدگی و اهمیت و دو قابلیت کاهش در زنجیره تأمین یعنی بازیابی و هشدار را مورد مطالعه قرار دادند. آنها نشان دادند که همراه با افزایش ظرفیت بازیابی درون یک زنجیره تأمین،

برگشت زنجیره تأمین به سطح نرمال سریع‌تر خواهد بود. همچنین شدت شکست کمتر خواهد بود. در نتیجه یک رخداد برنامه‌ریزی نشده که یک زنجیره تأمین را که قابلیت سریع و موثر در پاسخ گویی دارد، مورد تهدید قرار دهد احتمالاً شدت کمتری خواهد داشت نسبت به اینکه بر روی یک زنجیره تأمین با قابلیت کم بازیابی اثر بگذارد.

منساح و مرکوریو (۲۰۱۴) زنجیره تأمین و ریسک‌هایی را که با آن مواجه است، تجزیه و تحلیل کردند و تاب‌آوری زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار دادند و استراتژی‌ها و ابزارهای مقتضی را که به جلوگیری از ریسک‌ها کمک می‌کند ارائه دادند. آنها بر روی رویکردهای مقتضی به منظور توسعه استراتژی‌هایی برای تاب‌آورتر ساختن زنجیره تأمین بحث کردند تا به سازمان‌ها کمک کنند که بعد از رخداد شکست به حالت اصلی خود برگردند.

تحقیق سونی و همکاران (۲۰۱۴) یک مدل با استفاده از تئوری گراف پیشنهاد می‌کند که به طور کل نگر همه توانمندسازهای تاب‌آوری و روابط داخلی بین آنها را برای تجزیه و تحلیل با استفاده از رویکرد مدل ساختاری تفسیری در نظر می‌گیرد. منحصر به فرد بودن این مدل به علت توانایی آن در کمّی کردن تاب‌آوری به وسیلهٔ یک شاخص عددی می‌باشد. آنها نشان دادند که کمّیت‌پذیر بودن تاب‌آوری به سازمان‌ها کمک می‌کند که اثربخشی استراتژی‌های مختلف کاهش ریسک را ارزیابی نمایند و لذا ابزارهایی را برای مدیران فراهم می‌کند که زنجیره‌های تأمین مختلف را مقایسه کنند در حالی که یک دانش عمیق‌تری پیشنهاد می‌کند که چگونه ویژگی‌های زنجیره تأمین تاب‌آوری را افزایش و یا کاهش می‌دهند و در نتیجه بر ظهور ریسک در زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارند. سونی و همکاران (۲۰۱۴) توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین را شناسایی و درجه‌بندی کردند و سپس با استفاده از مدل معادلات تفسیری (ISM) تعامل بین توانمندسازها را مشخص کردند و یک چارچوب مفهومی توسعه دادند که می‌تواند به طور مؤثر روابط داخلی بین توانمندسازها را ارزیابی کند. در نهایت یک شاخص کمّی برای تاب‌آوری زنجیره تأمین محاسبه کرده و توانستند زنجیره‌های تأمین مختلف را مقایسه کنند.

ترابی و همکاران (۲۰۱۵) یک مدل تصمیم جدید توسعه دادند تا پایگاهی جهت تأمین تاب‌آوری برای زنجیره‌های تأمین عمومی در پاسخ به عدم قطعیت‌های برخاسته از

شکست‌های مهم به علت رخدادهای طبیعی و مصنوعی و ریسک‌های عملیاتی بسازند. آنها از مدل احتمالی دو مرحله‌ای برای تحلیل موازنه بین هزینه و سطح تاب‌آوری در زنجیره تأمین استفاده کردند. این مدل عدم قطعیت "نبود دانش در مورد مقادیر دقیق" را برای داده‌های مهم مورد توجه قرار داده و شامل یک تابع هدف تاب‌آوری جدید می‌شود که سطح تاب‌آوری را برای یک زنجیره تأمین محاسبه می‌کند به علاوه این مدل استراتژی‌های مختلفی از جمله طرح‌های مستمر برای کسب و کار تأمین‌کنندگان، تقویت تأمین‌کنندگان در سطوح مختلف و قرارداد با تأمین‌کنندگان پشتیبان برای ارتقای سطح تاب‌آوری زنجیره تأمین مورد نظر را در نظر می‌گیرد.

معرفی تکنیک‌های کمّی و کیفی پژوهش: در دهه ۱۹۵۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش‌بینی در صنعت هوا فضا، علت اصلی پیدایش FMEA شد. FMEA تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون پیشگیری قبل از وقوع است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی به کار می‌رود. تهیه FMEA نیازمند فعالیت تیمی است. از تکنیک FMEA در موارد بسیاری استفاده شده است اما در زنجیره تأمین تاب‌آور تاکنون این تکنیک مورد کاربرد قرار نگرفته است. لذا در این تحقیق از این تکنیک جهت تعیین استراتژی‌های زنجیره تأمین شرکت ایران‌خودرو استفاده می‌شود. تکنیک FMEA در این تحقیق برای قبل از بروز شکست می‌باشد. به منظور انجام FMEA، تیم باید کلیه حالات شکست، اثرات شکست و شدت آنها، احتمال وقوع شکست و قدرت تشخیص کنترل‌های موجود را تعیین کرده و به هر یک از عوامل شدت شکست، احتمال وقوع شکست و قدرت تشخیص عددی از ۱ تا ۱۰ تخصیص دهد. از ضرب این اعداد عدد اولویت ریسک (RPN) حاصل می‌شود و مطابق با قانون پارتو، ۲۰ الی ۳۰ درصد از بالاترین مقادیر RPN انتخاب می‌شوند تا اقدامات مقتضی برای کاهش عدد RPN با کاهش شدت شکست یا احتمال وقوع شکست و یا افزایش قدرت تشخیص شکست تعیین گردند.

تکنیک‌هایی که در زمینه‌های کیفی یا غیرکیفی وجود دارند غالباً بر مبنای پیشگیری از حالات شکست می‌باشند. اما در دنیای واقعی هر روزه هزاران نوع شکست در زمینه‌های مختلف و در انواع صنایع از جمله خودرؤسازی اتفاق می‌افتد ولی تکنیک خاصی که به طور مؤثر بتواند شکست‌ها را تجزیه و تحلیل کرده و استراتژی‌هایی را به

صورت نظام‌مند ارائه دهد تاکنون معرفی نشده است. لذا این تحقیق در صدد است تا تکنیک FAAO را برای اولین بار به صورت عمومی در زنجیره تأمین و به طور خاص در زنجیره تأمین تاب‌آور شرکت ایران‌خودرو معرفی نماید. بدیهی است این تکنیک علاوه بر شکست‌های زنجیره تأمین در موارد مشابه از جمله مشکلات کیفی پس از وقوع نیز قابل تعمیم است. به منظور انجام FAAO تیم باید موارد زیر را تعیین نماید:

زمان بازیابی: اگر بازیابی از شکست بسیار مشکل و نیاز به زمان زیادی دارد عدد بالا و به ترتیب نزولی اگر بازیابی از شکست فوری و در زمان کمّی امکان‌پذیر باشد عدد کم منظور می شود (امتیاز ۱ الی ۱۰). هزینه بازیابی: اگر برای بازیابی هزینه‌های هنگفتی متناسب با هزینه شکست لازم باشد عدد بالا و به ترتیب نزولی اگر هزینه ناچیزی برای بازیابی لازم باشد عدد کم منظور می شود (امتیاز ۱ الی ۱۰). کیفیت بازیابی: اگر کیفیت بازیابی به اندازه درصد بسیار کمّی از حالت قبل از شکست باشد عدد بالا و به ترتیب نزولی اگر کیفیت بازیابی بسیار بیشتر از حالت قبل از شکست باشد عدد کم منظور می شود (امتیاز ۱ الی ۱۰). عدد اولویت ریسک (RPN): که حاصل ضرب امتیازات زمان بازیابی، هزینه بازیابی و کیفیت بازیابی می باشد.

رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند معیارهای مختلف را همزمان در نظر بگیرد و به تصمیم‌گیرندگان در شناسایی بهترین راه حل کمک کند (تیزنگ و هوانگ[1]، ۲۰۱۱). روش دیمتل در اصل توسط انستیتوی Battelle Memorial جنوا در بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ بسط و توسعه داده شده است. این تکنیک می‌تواند روابط داخلی بین عناصر یک سیستم را از طریق نمودار علّی نمایش داده و مقادیر تأثیر را به طور عددی نشان دهد (وو و دیگران[2]، ۲۰۱۰). روش دیمتل یک روش تحلیلی برای مدلسازی ساختاری است که عمدتاً برای حل انواع مسائل پیچیده و شفاف‌سازی ضروریات مسأله مورد استفاده قرار می‌گیرد (اچسو و لیو[3]، ۲۰۱۳). تکنیک دیمتل می‌تواند به عنوان یک روش منطقی برای حل وابستگی‌های داخلی میان مجموعه‌ای از عناصر به کار گرفته

1.Tzeng & Huang
2.Wu etal
3.Hsu & Liou

شود (وو، ۲۰۰۸). در پژوهش حاضر، برای تعیین ارتباط علت و معلولی استراتژی‌های تاب‌آوری از تکنیک دیمتل استفاده شده است. گام‌های تحقیق به شرح زیر می باشد:

گام اول: ترسیم ساختار شبکه‌ای. گام دوم: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (z). گام سوم: تشکیل ماتریس نرمالیزه شده ماتریس ارتباط مستقیم (x): به منظور نرمالیزه کردن ماتریس z، از روش بی‌مقیاس سازی خطی مطابق با رابطه (۱) استفاده می‌شود.

رابطه (۱)

$$r=\max\left(\max \Sigma^{n}_{j=1} x_{ij}, \max \Sigma^{n}_{i=1} x_{ij}\right)$$

سپس ماتریس نرمالیزه شده به صورت رابطه (۲) محاسبه می شود.

رابطه (۲)

$$x=\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \quad where\ x_{ij}=\frac{z_{ij}}{r}$$

گام چهارم: محاسبه ماتریس ارتباط کل (T): ماتریس ارتباط کل را می‌توان به طور خلاصه از رابطه (۳) محاسبه کرد که در آن I ماتریس همانی است.

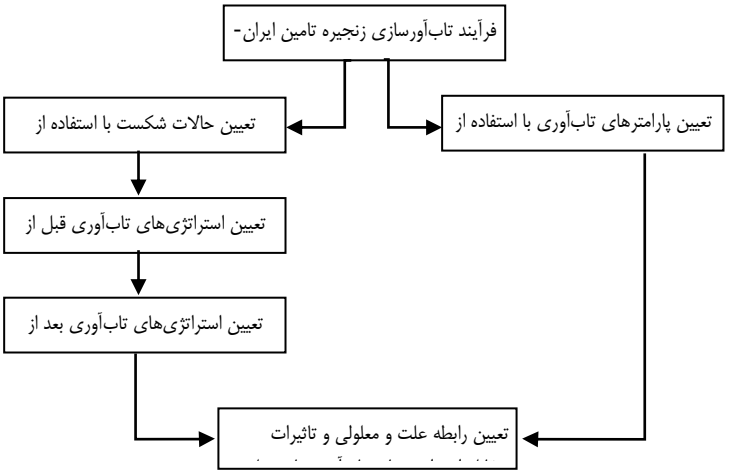
رابطه (۳) $$T=X(I-X)^{-1}$$

گام پنجم: ترسیم نمودار علت- معلولی: حال که ماتریس T محاسبه شده است، محاسبه مؤلفه‌های Ri+ Ci و Ri-Ci امکان پذیر خواهد بود. Ri و Ci به ترتیب برابر با مجموع عناصر سطرها و ستون های ماتریسT می باشند. Ri+ Ci محور افقی نمودار و Ri-Ci محور عمودی نمودار را تشکیل می‌دهند. به‌طورکلی، هنگامی که Ri-Ci مثبت است، عامل متعلق به گروه علت بوده و اگر منفی باشد به گروه معلول تعلق دارد. جهت تعیین نقشه روابط شبکه (NRM) نیز باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم

کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس ارتباط کل از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس ارتباط کل محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس ارتباط کل که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علّی در نظر گرفته نمی‌شود.

ابزار و روش

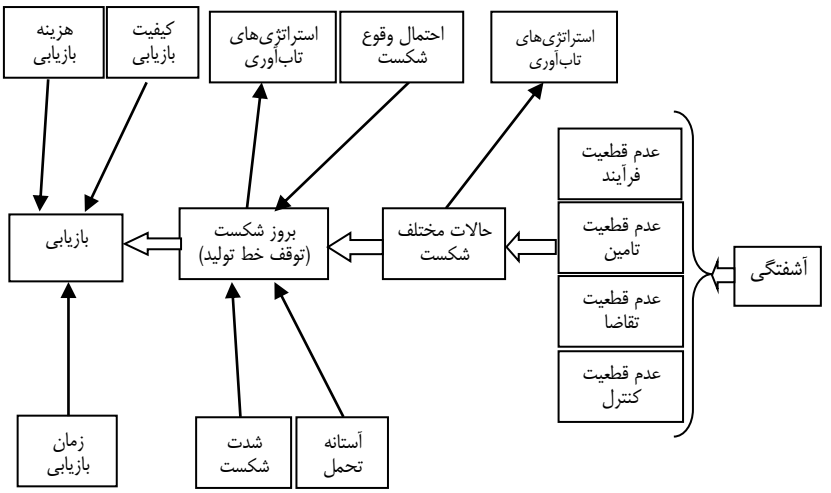
جامعه آماری تحقیق حاضر مدیران و کارشناسان واحدهای برنامه‌ریزی و لجستیک شرکت ساپکو می‌باشد. این افراد در حوزه‌های مربوط به زنجیره تأمین منتهی به شرکت ایران‌خودرو به علاوه آشفتگی‌ها و شکست‌های خطوط تولید شرکت ایران‌خودرو به علت شکست‌های مربوط به این شرکت (به عنوان سازمان مادر) خبره می‌باشند. در پژوهش حاضر از نظرات ۷ نفر از رؤسای واحدهای برنامه‌ریزی و لجستیک برای تشکیل تیم FMEA و FAAO و پاسخ گویی به پرسش نامه تحقیق مربوط به تکنیک دیمتل به عنوان خبره استفاده شده است. در این تحقیق، برای اندازه‌گیری داده‌ها از پرسش نامه استفاده می‌شود. متغیرهای پرسش نامه نیز توسط افراد خبره که در حوزه‌های مورد تحقیق تخصص کافی دارند به علاوه تئوری تحقیق استخراج گردید. در این تحقیق از سه پرسش نامه برای اندازه‌گیری داده‌ها استفاده می‌شود. پرسش نامه اول و دوم به ترتیب در اختیار تیم FMEA و FAAO و دیمتل قرار می‌گیرد و تیم به صورت گروهی و اجماع به این پرسش نامه‌ها پاسخ می‌دهند. در تحقیق حاضر با استفاده از داده‌های کتابخانه‌ای و نظرات خبرگان، عوامل و حالات شکست مؤثر بر ریسک توقف خط تولید ایران‌خودرو شناسایی شده و در ادامه با استفاده از تکنیک FMEA و FAAO استراتژی‌هایی جهت تاب‌آوری زنجیره تأمین و مقابله با عوامل بالقوه ایجاد شکست و ارتقای معیارهای بازیابی از شکست انتخاب می‌شوند. در ادامه پارامترهای تاب‌آوری معرفی شده و استراتژی‌های تاب‌آوری مطابق با نظرات خبرگان در زیرگروه پارامترهای تاب‌آوری قرار می‌گیرند. در نهایت رابطه علت و معلولی و جهت تأثیرات متقابل استراتژی‌ها بر یکدیگر با روش دیمتل مورد بررسی قرار می‌گیرند. الگوی کلی تحقیق در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.



شکل شماره ۱- الگوی کلی تحقیق

یافته‌ها

در تحقیق حاضر مدل جامعی از تاب‌آوری در زنجیره تأمین ارائه می‌شود که از مرحله آشفتگی در زنجیره تأمین تا بازیابی از شکست را شامل می‌گردد. این مدل با استفاده از مدل-های مختلف تاب‌آوری و تئوری تحقیق مطابق با شکل شماره ۲ طراحی شده است.



شکل شماره ۲- مدل مفهومی تاب‌آوری زنجیره تأمین

مطابق با تئوری تحقیق و نظرات خبرگان در این پژوهش ۶ پارامتر تاب‌آوری: شدت وقوع شکست، احتمال وقوع شکست، آستانه تحمل شرکت، زمان بازیابی، کیفیت بازیابی و هزینه بازیابی شناسایی شدند. اجزای مدل مفهومی فوق به شرح زیر معرفی می‌شوند:

آشفتگی: آشفتگی یک رخداد قابل پیش‌بینی یا غیرقابل پیش‌بینی است که مستقیماً بر عملیات و ثبات عادی یک سازمان یا یک زنجیره تأمین اثر می‌گذارد (کاروالهو و دیگران، ۲۰۱۲).

انواع عدم قطعیت: آشفتگی در زنجیره تأمین به صورت عدم قطعیت در فرآیند (مانند ظرفیت ناموجود و تأسیسات از بین رفته)، تأمین (مانند تغییرات در زمان حمل و کیفیت پایین مواد اولیه)، تقاضا (مانند سفارشات لغو شده و تغییر در نیازمندی‌ها) و کنترل (مانند خطاهای داده و اطلاعات از دست رفته) بر روی فعالیت‌های یک شرکت تأثیر می‌گذارد (کاروالهو و دیگران، ۲۰۱۲).

حالات شکست: محققان حالات شکست را به صورت از دست رفتن کارکردها و قابلیت‌های کلیدی زنجیره تأمین تعریف کردند که توانایی سیستم برای انجام ماموریتش را کاهش داده و یا از بین می‌برد (برلی و دیگران[1]، ۲۰۱۱).

شکست: شکست‌های زنجیره تأمین رخدادهای برنامه‌ریزی نشده و پیش‌بینی نشده‌ای هستند که جریان نرمال کالاها و مواد را درون یک زنجیره تأمین قطع می‌کنند (کرایقد و دیگران، ۲۰۰۷).

1.Berle etal.

استراتژی‌های تاب‌آوری: لح و سای (۲۰۱۴) استراتژی‌های تاب‌آوری را به صورت عواملی که در مدیریت مؤثر شکست‌های زنجیره تأمین ضروری هستند تعریف کردند.

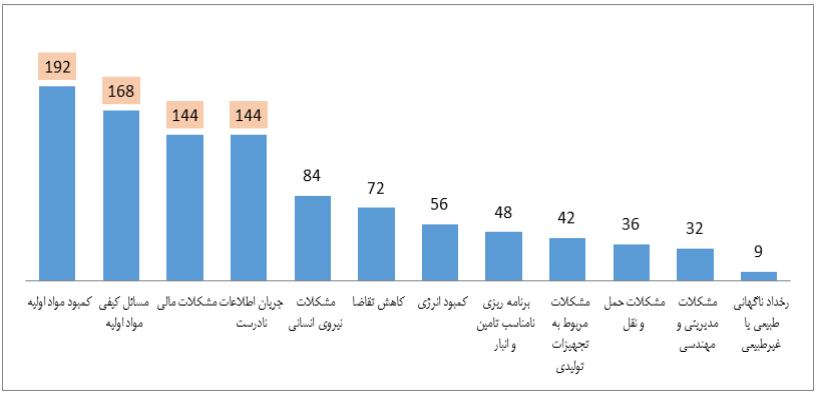
شدت شکست، آستانه تحمل و زمان بازیابی: کاروالهو (۲۰۱۲) برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین مثلث تاب‌آوری شامل شدت شکست (شدت و بزرگی آسیب)، زمان میرایی (آستانه تحمل) و زمان بازیابی (زمانی که سیستم به حالت قبل از شکست یا بهتر از آن بازیابی می‌شود) را مطرح کرده است که برای ارزیابی پتانسیل سیستم برای تاب‌آور بودن قبل از رخداد آشفتگی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هزینه بازیابی: تاب‌آوری را می‌توان بر حسب هزینه‌های متحمل شده در بازیابی از شکست اندازه‌گیری کرد (ووگرین و دیگران، ۲۰۱۱).

احتمال وقوع شکست: احتمال اینکه شکست در زنجیره تأمین اتفاق بیفتد (ترابی و دیگران، ۲۰۱۵).

کیفیت بازیابی: کریستوفر و پک (۲۰۰۴) تاب‌آوری توانایی زنجیره تأمین برای غلبه کردن بر رویدادهای همراه با ریسک پس از وقوع آشفتگی می‌باشد تا زنجیره تأمین به حالت قبل از شکست یا یک وضعیت مطلوب‌تر بازیابی شود که به کیفیت بازیابی اشاره می‌کند.

آشفتگی در زنجیره تأمین باعث ایجاد عدم قطعیت در آن می‌شود و این عدم قطعیت موجب بروز شکست در اعضای زنجیره می‌شود. در گام اول تحقیق تعداد ۱۲ حالت شکست ۱- رخداد ناگهانی طبیعی یا غیرطبیعی ۲- کمبود مواد اولیه ۳- مسائل کیفی مواد اولیه ۴- مشکلات نیروی انسانی ۵- مشکلات مربوط به تجهیزات تولیدی ۶- مشکلات مدیریتی و مهندسی ۷- کمبود انرژی ۸- جریان اطلاعات نادرست ۹- برنامه ریزی نامناسب تأمین و انبار ۱۰- مشکلات حمل و نقل ۱۱- مشکلات مالی و ۱۲- کاهش تقاضا که ممکن است در زنجیره تأمین ایران‌خودرو اتفاق بیفتد از تئوری تحقیق و نظرات خبرگان شناسایی شده است. در گام دوم خبرگان تحقیق با تشکیل تیم و مطابق با تکنیک FMEA به تجزیه و تحلیل شکست پرداختند و به شدت شکست، احتمال وقوع شکست و قدرت تشخیص از ۱ تا ۱۰ امتیاز دادند. با ضرب شدت، احتمال وقوع و قدرت تشخیص، مقادیر RPN محاسبه شده است. نمودار پارتو مقادیر RPN در شکل شماره ۳ نشان داده شده است.



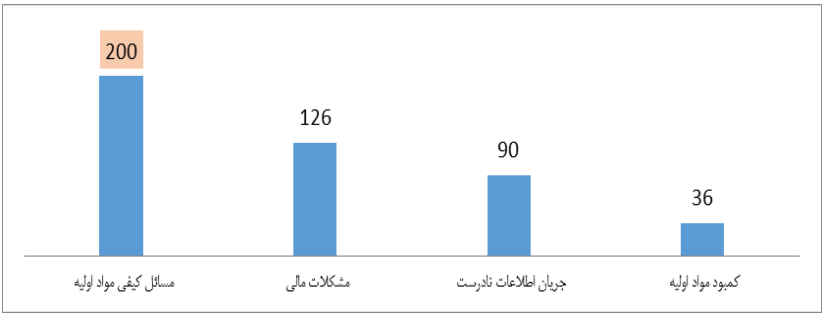
شکل شماره ۳- نمودار پارتو مقادیر RPN در FMEA

مطابق با قانون پارتو در بهینه سازی FMEA و انتخاب ۲۰ الی ۳۰ درصد حالت شکست که بالاترین مقدار RPN را دارا هستند (مطابق با شکل شماره ۳)، چهار حالت شکست مسائل کیفی مواد اولیه، کمبود مواد اولیه، مشکلات مالی و جریان اطلاعات نادرست به عنوان خروجی‌های FMEA جهت انجام اقدامات انتخاب شده‌اند. پس از بررسی این حالات شکست تیم FMEA به صورت متمرکز استراتژی‌های تاب‌آوری قبل از وقوع شکست در ایران‌خودرو را به صورت زیر تعیین کردند:

۱-برنامه‌ریزی توسعه تأمین‌کنندگان در حوزه‌های لجستیکی
۲-برنامه‌ریزی حمل و نقل مؤثر، منعطف و جایگزین
۳-استفاده از انبارهایی در مکان‌هایی نزدیک به چند تأمین کننده
۴-برنامه‌ریزی برای توسعه تأمین‌کنندگان جایگزین
۵-چابک کردن زنجیره تأمین
۶-خرید طرح‌های ترافیکی و تأثیر روی مقررات ترافیکی
۷-ایجاد ساز و کارهای حمایتی جهت افزونگی ظرفیت تأمین‌کنندگان
۸-طراحی سیستم تولید انعطاف پذیر برای تغییر سریع در برنامه تولید
۹-توسعه ارتباط مؤثر با تأمین‌کنندگان در زمینه تأمین و لجستیک
۱۰-استانداردسازی مواد و اجزاء

۱۱-ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری)
۱۲-توسعه میدان دید در کل زنجیره تأمین بویژه تأمین‌کنندگان
۱۳-به کارگیری رویکردهای مدیریت و کنترل کیفیت مژثر و قوی برای تأمین-کنندگان
۱۴- توسعه ارتباط مژثر با تأمین‌کنندگان در زمینه کیفی
۱۵- همکاری با شرکت‌های بزرگ و مطرح خودرؤسازی دنیا
۱۶- کاهش قیمت جهت دستیابی به سهم رقبای داخلی و خارجی
۱۷-افزایش کارایی و مهندسی مجدد فرآیندها
۱۸-ایجاد مدلهای متنوع فروش جهت جذب منابع مالی
۱۹-استقراض از بانک‌ها
۲۰-برنامه‌ریزی توسعه تأمین‌کنندگان در حوزه فناوری اطلاعات
۲۱-بازنگری در تسهیم و مدیریت اطلاعات دپارتمان‌های مختلف

در گام سوم تحقیق چهار حالت شکست کمبود مواد اولیه، مسائل کیفی مواد اولیه، مشکلات مالی و جریان اطلاعات نادرست که بالاترین مقدار RPN را در تکنیک FMEA نسبت به سایر حالات شکست داشته اند، به عنوان داده‌های ورودی FAAO انتخاب می‌شوند. این ۴ حالت ریسک در ۵ سال اخیر چندین بار موجب توقفات خطوط تولید ایران خودرو شدند. در این فاز خبرگان تحقیق با تشکیل تیم FAAO به تجزیه و تحلیل حالات شکست پرداختند و برای هر یک از حالات شکست، به زمان بازیابی، هزینه بازیابی و کیفیت بازیابی از عدد ۱ الی ۱۰ امتیاز دادند. سپس از ضرب این سه پارامتر، مقادیر RPN محاسبه شده است. نمودار پارتو مقادیر RPN در شکل شماره ۴ ارائه شده است.



شکل شماره ٤- نمودار پارتو مقادیر RPN در FAAO

مطابق با قانون پارتو در بهینه سازی و اقدامات اصلاحی در FAAO و انتخاب ۲۰ الی ۳۰درصد حالت شکست، حالت شکست مسائل کیفی مواد اولیه به عنوان خروجی‌های FAAO جهت انجام اقدامات انتخاب شده است. با بررسی حالات شکست فوق توسط تیم FAAO، استراتژی‌های تاب‌آوری پس از وقوع شکست در شرکت ایران‌خودرو به صورت زیر توسط خبرگان تعیین شده است:

۱- افزایش تعداد دفعات ارزیابی تأمین کنندگان پرریسک

۲- استفاده از تکنیک FAAO در حوزه کنترل

۳- به کارگیری تکنیک کنترل فرآیند آماری[1] (SPC) جهت تحت کنترل گرفتن فرآیندهای تولید در محل تأمین کنندگان محصولات پر ریسک

۴- ایجاد فایروال در محل تأمین کننده و بخش مونتاژ قطعات پرریسک در خطوط تولید ایران خودرو

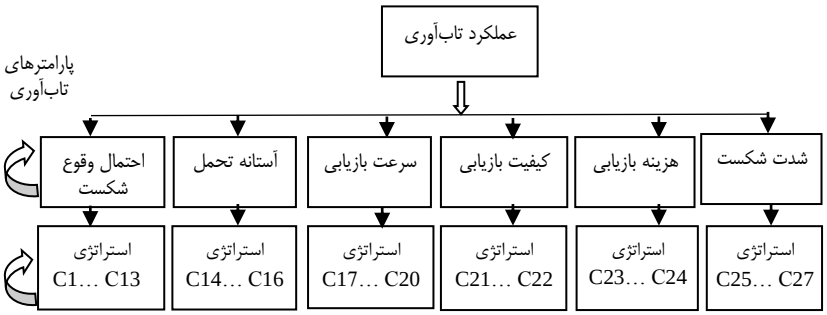
۵- افزایش جریمه نقدی تأمین کنندگان متناسب با میزان ضایعات

۶-شناسایی رهبر تیم برای هر نوع شکست و تعیین وظایف کلیه دپارتمان‌ها به صورت کاملا تخصصی در هنگام وقوع شکست.

در گام چهارم تحقیق روابط علت و معلولی بین استراتژی‌های تاب‌آوری با تکنیک دیمتل مشخص می‌شود.

گام اول: ترسیم ساختار شبکه‌ای: در ابتدا مسأله به صورت شکل شماره ۵ سازماندهی می‌شود:

1.Statistical Process Control



شکل شماره ۵- ساختار شبکه‌ای پارامترها و استراتژی‌های تاب‌آوری

ابعاد (پارامترهای تاب‌آوری) و معیارها (استراتژی‌های تاب‌آوری) در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. پارامترهای مدل مفهومی از تئوری تحقیق استخراج شده و توسط خبرگان تحقیق مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند و در نهایت تعداد ۶ پارامتر تاب‌آوری انتخاب شدند.

جدول شماره ۱- ابعاد و معیارها در دیمتل

ابعاد (پارامترهای تاب‌آوری)	استراتژی تاب‌آوری	ابعاد (پارامترهای تاب‌آوری)	استراتژی تاب‌آوری
احتمال وقوع شکست (D1)	برنامه ریزی توسعه تأمین کنندگان در حوزه های لجستیکی (C1)	آستانه تحمل (D2)	چابک کردن زنجیره تأمین (C14)
	برنامه ریزی حمل و نقل مؤثر، منعطف و جایگزین (C2)		طراحی سیستم تولید انعطاف پذیر برای تغییر سریع در برنامه تولید (C15)
	استفاده از انبارهایی در مکان هایی نزدیک به چند تأمین کننده (C3)		ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب آوری) (C16)
	برنامه ریزی برای توسعه تأمین کنندگان جایگزین (C4)	سرعت بازیابی (D3)	تعیین رهبر تیم برای هر نوع شکست و مشخص کردن وظایف کلیه دپارتمان ها به صورت تخصصی (C17)
	خرید طرح های ترافیکی و تأثیر روی مقررات ترافیکی (C5)		کاهش قیمت جهت دستیابی به سهم رقبای داخلی و خارجی (C18)
	ایجاد ساز و کارهای حمایتی جهت افزونگی ظرفیت تأمین‌کنندگان (C6)		ایجاد مدل های متنوع فروش جهت جذب منابع مالی (C19)
	توسعه ارتباط مؤثر با تأمین کنندگان در زمینه تأمین و لجستیک (C7)		استقراض از بانک ها (C20)
	استانداردسازی مواد و اجزاء (C8)	کیفیت بازیابی (D4)	همکاری با شرکت های بزرگ و مطرح خودرؤسازی دنیا (C21)
	به کارگیری رویکردهای مدیریت کیفیت و کنترل کیفیت مؤثر و قوی برای تأمین کنندگان (C9)		ایجاد فایروال در محل تأمین کننده و بخش مونتاژ قطعات پرریسک در خطوط تولید ایران خودرو (C22)
	توسعه ارتباط مؤثر با تأمین کنندگان در زمینه کیفی (C10)	هزینه بازیابی (D5)	افزایش کارایی و مهندسی مجدد فرآیندها (C23)
	برنامه ریزی توسعه تأمین کنندگان در حوزه فناوری اطلاعات (C11)		افزایش جریمه نقدی تأمین کنندگان متناسب با میزان ضایعات (C24)
	بازنگری در تسهیم و مدیریت اطلاعات‌دپارتمان‌های‌مختلف (C12)	شدت شکست (D6)	افزایش تعداد دفعات ارزیابی تأمین کنندگان پرریسک (C25)
	توسعه میدان دید در کل زنجیره تأمین بویژه تأمین کنندگان (C13)		استفاده از تکنیک FAAO در حوزه کنترل کیفیت (C26)
			به کارگیری تکنیک SPC جهت تحت کنترل گرفتن فرآیندهای تولید در محل تأمین کنندگان (C27)

خبرگان در این تحقیق به صورت اجماع به پرسش نامه دیمتل پاسخ دادند و مطابق با نظرات خبرگان که صرفاً یک پاسخ می‌باشد، ماتریس ارتباط مستقیم (Z) مطابق با جدول شماره ۲ تشکیل شده است.

جدول شماره ۲- ماتریس ارتباط مستقیم

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27
C1	0.00	0.09	0.04	0.02	0.00	0.07	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04	0.09	0.00	0.02
C2	0.04	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
C4	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	0.07	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.09	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04
C8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.07	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.04
C9	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.07	0.07	0.07	0.09
C10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.04	0.07	0.00	0.07
C11	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.04	0.02	0.00	0.09	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
C13	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.04	0.07	0.04	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00
C14	0.07	0.09	0.00	0.04	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.09	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
C16	0.07	0.04	0.00	0.02	0.00	0.09	0.07	0.00	0.04	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.02	0.07	0.04
C18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
C20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
C21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.00	0.00	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C22	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02
C23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02
C24	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
C25	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.07	0.00	0.00	0.02
C26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
C27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.04	0.04	0.02	0.00

ماتریس ارتباط کل (T) نیز در جدول شماره ۳ نشان داده شده است:

جدول شماره ۳- ماتریس ارتباط کل

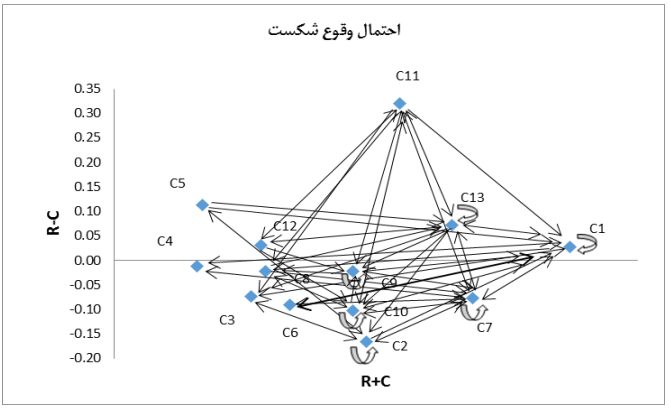
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27
C1	0.04	0.11	0.05	0.03	0.00	0.08	0.12	0.07	0.01	0.02	0.01	0.00	0.06	0.14	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.06	0.11	0.01	0.04
C2	0.06	0.02	0.05	0.01	0.04	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
C3	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
C4	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
C5	0.03	0.07	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
C6	0.06	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.11	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
C7	0.09	0.04	0.01	0.03	0.00	0.06	0.03	0.01	0.04	0.04	0.03	0.01	0.04	0.12	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06	0.01	0.06
C8	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.05	0.09	0.06	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00	0.03	0.05	0.09	0.01	0.01	0.01	0.05
C9	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.03	0.11	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.06	0.01	0.00	0.01	0.02	0.12	0.01	0.09	0.10	0.08	0.11
C10	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.08	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09	0.03	0.06	0.09	0.01	0.09
C11	0.07	0.02	0.03	0.01	0.00	0.02	0.07	0.03	0.06	0.04	0.01	0.09	0.10	0.10	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
C12	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.03	0.03	0.01	0.05	0.06	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01
C13	0.07	0.02	0.05	0.01	0.00	0.02	0.07	0.01	0.04	0.06	0.07	0.05	0.02	0.12	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.01	0.06	0.01	0.02
C14	0.10	0.11	0.01	0.05	0.00	0.08	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.06	0.10	0.06	0.03	0.03	0.00	0.00	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01
C15	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
C16	0.10	0.07	0.01	0.03	0.00	0.11	0.11	0.02	0.07	0.09	0.08	0.06	0.09	0.13	0.08	0.02	0.10	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03
C17	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.04	0.06	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00	0.08	0.01	0.01	0.04	0.07	0.06
C18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
C20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
C21	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.01	0.07	0.05	0.00	0.01	0.07	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
C22	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.02	0.06	0.03	0.04
C23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.03
C24	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00
C25	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.01	0.07	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03	0.08	0.02	0.00	0.04
C26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03
C27	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	0.06	0.06	0.03	0.01

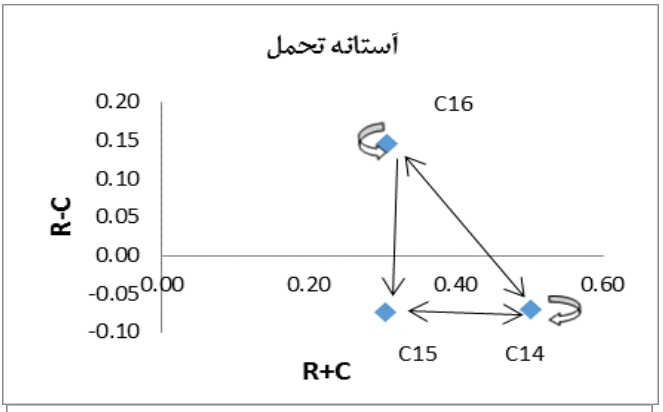
گام پنجم: ترسیم نمودار علت- معلولی

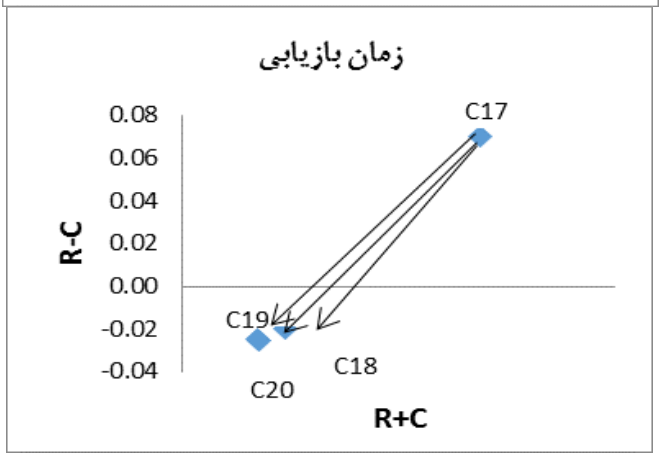
جدول شماره ٤- مجموع اثرگذاری/ تأثیرپذیری معیارها

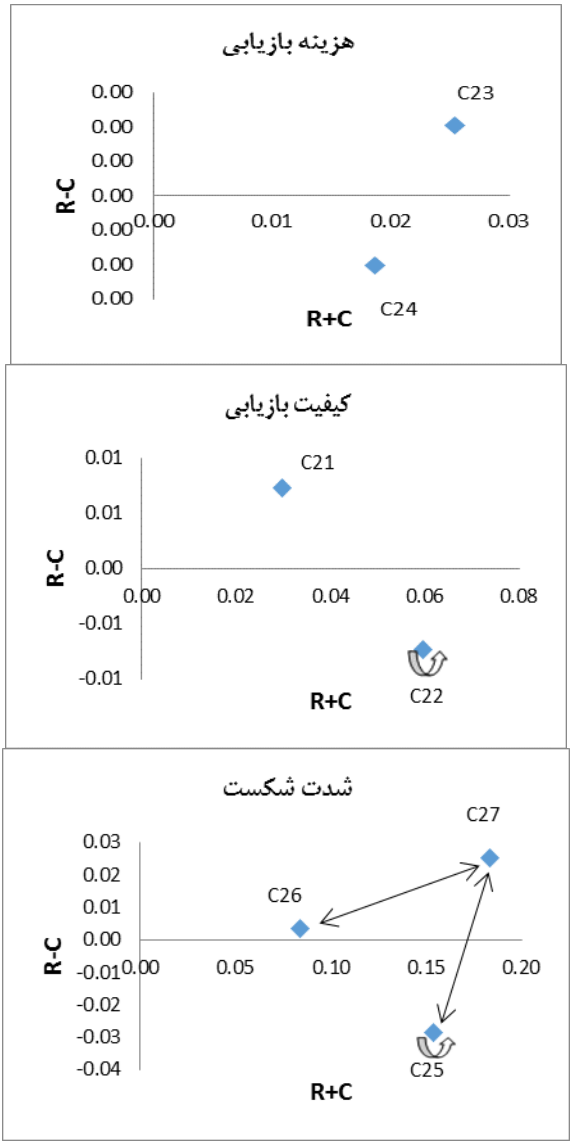
استراتژی تاب‌آوری	R_i+C_i	R_i-C_i	استراتژی تاب‌آوری	R_i+C_i	R_i-C_i
(C1)	1.22	0.03	(C14)	0.50	-0.07
(C2)	0.67	-0.17	(C15)	0.31	-0.07
(C3)	0.37	-0.07	(C16)	0.31	0.15
(C4)	0.22	-0.01	(C17)	0.10	0.07
(C5)	0.24	0.11	(C18)	0.04	-0.02
(C6)	0.47	-0.09	(C19)	0.03	-0.02
(C7)	0.96	-0.08	(C20)	0.03	-0.03
(C8)	0.40	-0.02	(C21)	0.03	0.01
(C9)	0.64	-0.02	(C22)	0.06	-0.01
(C10)	0.64	-0.10	(C23)	0.03	0.00
(C11)	0.76	0.32	(C24)	0.02	0.00
(C12)	0.39	0.03	(C25)	0.15	-0.03
(C13)	0.90	0.07	(C26)	0.08	0.00
			(C27)	0.18	0.02

مطابق با جدول شماره ۴ استراتژی‌هایی که در آنها مقادیر R_i-C_i مثبت باشند عامل تأثیرگذار بوده (رنگ آبی در جدول) و استراتژی‌هایی که در آنها مقادیر R_i-C_i منفی باشند استراتژی‌های تأثیرپذیر هستند. حدآستانه نیز که میانگین درایه‌های ماتریس ارتباط کل می‌باشد عدد ۰,۰۱۹۳ برآورد شد. کلیه اعداد کمتر از حد آستانه در ماتریس ارتباط کل قابل صرف‌نظر کردن قلمداد شده و به جای آنها عدد صفر منظور گردید. در ماتریس به دست آمده هر درایه‌ای که دارای عدد غیر صفر باشد نشان دهنده تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری درایه‌های ماتریس (استراتژی‌های تاب‌آوری) بر یکدیگر می‌باشد. جهت تأثیرات متقابل بین استراتژی‌های تاب‌آوری پس از محاسبه حد آستانه در شکل شماره ۵ نشان داده شده است.


احتمال وقوع شکست
C11
C5
C13
C12
C1
C4
C8
C9
C10
C3
C6
C7
C2
R-C
R+C
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
-0.20


آستانه تحمل
C16
C15
C14
R-C
R+C
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
0.00
0.20
0.40
0.60


زمان بازیابی
C17
C19
C18
C20
R-C
R+C
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
-0.02
-0.04



شکل شماره ۵- جهت تأثیر استراتژی‌های تاب‌آوری بر یکدیگر

مطابق با شکل شماره ۵، برخی از استراتژی‌ها بر هم تأثیرات متقابل دارند و تأثیر برخی استراتژی‌ها بر یکدیگر به صورت یکطرفه می‌باشد. لذا با توجه به تأثیرگذاری و تأثیرپذیری استراتژی‌های تاب‌آوری بر یکدیگر می توان با تاکید بر استراتژی‌های خاص در مقاطع زمانی مشخص، استراتژی‌های دیگر را تقویت نمود.

بحث و نتیجه‌گیری

تاکنون تحقیقات مختلفی به منظور شناسایی استراتژی‌های تاب‌آوری در سازمان‌ها و طراحی مدل تاب‌آوری بوسیله محققان انجام شده است. اما هیچ کدام از این تحقیقات از تکنیک FMEA و FAAO و دیمتل برای تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری و روابط بین آنها استفاده نکرده است. فکورثقیه و دیگران (۱۳۹۳) با استفاده از روش دلفی، چارچوب مفهومی برای تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت خودرویی ایران ارائه کردند و نشان دادند که برخی عوامل نظیر انعطاف‌پذیری در منبع‌یابی و اجرای سفارش، اثربخشی، امنیت، قابلیت انطباق و همکاری می‌توانند صنعت خودروی ایران را در مقابل نقاط آسیب‌پذیری مثل نوسانات نرخ ارز و قیمت‌ها، تحریم، دانش فنی پایین، کیفیت پایین و خدمات پس از فروش ضعیف تاب‌آور و رقابت‌پذیر سازد. جعفرنژاد و محسنی (۱۳۹۴) مفهوم تاب‌آوری را در زنجیره تأمین تبیین نموده و ریسک‌ها و اختلافات زنجیره تأمین به علاوه توانمندسازها و مشخصه‌های تاب‌آوری زنجیره را مورد بررسی قرار دادند و در نهایت چارچوبی را برای بهبود عملکرد در زنجیره تأمین تاب‌آور ارائه کرده‌اند. ترابی و دیگران (۲۰۱۵) یک مدل تصمیم جدید توسعه دادند تا پایگاهی جهت تأمین تاب‌آوری برای زنجیره‌های تأمین عمومی در پاسخ به عدم قطعیت‌های برخاسته از شکست‌های مهم به علت رخدادهای طبیعی و مصنوعی و ریسک‌های عملیاتی بسازند. سونی و دیگران (۲۰۱۴) توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تأمین را شناسایی و درجه‌بندی کردند و سپس با استفاده از مدل معادلات تفسیری تعامل بین توانمندسازها را مشخص کردند. منساح و مرکوریو[1] (۲۰۱۴) زنجیره تأمین و ریسک‌هایی که با آن مواجه است را تجزیه و تحلیل کردند و تاب‌آوری زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار دادند و استراتژی‌ها و

1.Mensah & Merkuryev

ابزارهای مقتضی را که به جلوگیری از ریسک‌ها کمک می‌کند ارائه دادند. شو و دیگران[1] (۲۰۱۴) کنترل ریسک شکست تولید مربوط به زنجیره تأمین را مورد آزمون قرار داده و عدم قطعیت تولید در نهادهای زنجیره تأمین با هدف دستیابی به سودهای بهینه در زنجیره تأمین با الگوریتم ژنتیک و محاسبات شبیه سازی را بررسی کردند. ماتسو[2] (۲۰۱۵) بر روی شکست‌های تأمین یک واحد تولید "ریز کنترل‌کننده" خودرویی برای صنعت خودروی تویوتا و چگونگی رسیدن به زمان بازیابی سه ماهه تمرکز کرده است. راجش[3] (۲۰۱۶) در تحقیقی با هدف پیش‌بینی معیارهای تاب‌آوری دریافت که شاخص‌های انعطاف‌پذیری، پاسخ گویی و دسترس‌پذیری در طول زمان افزایش یافتند اما شاخص‌های بهره‌وری و کیفیت کاهش جزئی داشتند. لذا شاخص‌های با روند منفی باید مورد توجه بیشتر شرکت قرار گیرند. آزاده و دیگران[4] (۲۰۱۷) در تحقیقی با هدف بررسی مهندسی تاب‌آوری یکپارچه در عملکرد یک کارخانه تولید آلومینیوم دریافتندکه خودسازماندهی، فرهنگ گزارش‌دهی، انعطاف‌پذیری و یادگیری بیشترین اثر را روی عملکرد دارند. به علاوه مهندسی تاب‌آوری یکپارچه کاراتر از مهندسی تاب‌آوری است.

در تحقیق انجام شده به وسیله کاروالهو (۲۰۱۲) که نزدیک‌ترین تحقیق از نظر شباهت به تحقیق حاضر می‌باشد عوامل تأمین‌کنندگان غیر دسترس، نبود جریان نقدی، کمبود منابع مالی، خرابی ماشین‌آلات، مشکلات کیفی مواد، تغییرات در تقاضای مشتریان، اطلاعات ناصحیح، در دسترس نبودن نیروی انسانی، عدم دسترسی به انرژی، موانع تکنولوژیکی، زمانبندی نادرست و زمان حمل و نقل طولانی به عنوان حالات شکست که منجر به توقف تولید سازمان می‌شوند معرفی شدند. در این تحقیق استراتژی‌های: ۱-منبع یابی تأمین‌کنندگان ۲-قرارداد با تأمین‌کنندگان برای افزونگی ظرفیت ۳-تأمین و منبع یابی منعطف ۴-توسعه میدان دید ۵-نیروی کار چند مهارته ۶-نیازمندی‌های ظرفیت اضافی ۷-به تاخیر اندازی ۸-اندازه بچ کوچک، ۹-انباشته استراتژیک ۱۰-موازنه خرید و ساخت ۱۱-کاهش LT ۱۲-پشتیبانی از فرآیند و دانش

1.Shu etal.
2.Matsuo
3.Rajesh
4.Azadeh etal.

۱۳–فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تأمین ۱۴–توسعه همکاری در زنجیره تأمین برای کمک به کاهش ریسک ۱۵–حمل و نقل منعطف ۱۶–مدیریت مبتنی بر تقاضا به عنوان استراتژی‌های تاب‌آوری معرفی شدند. برخی از این استراتژی‌های دقیقاً استراتژی‌های منتخب تحقیق حاضر هم بودند. استراتژی‌های دیگر هم به صورت کلی و عمومی معرفی شده‌اند. پارامترهای تاب‌آوری تحقیق کاروالهو (۲۰۱۲) شامل: ۱–زمان بازیابی ۲– آستانه تحمل و ۳–شدت شکست بوده است. اما در تحقیق حاضر علاوه بر ۳ پارامتر تاب‌آوری فوق پارامترهای کیفیت بازیابی، هزینه بازیابی و احتمال وقوع شکست نیز مورد بررسی قرار گرفتند. جدول شماره ۵–۱ به طور خلاصه تفاوت‌ها و شباهت‌های تحقیق حاضر را با برخی تحقیقات انجام شده توسط محققان مختلف نشان می‌دهد.

جدول شماره ۵– مقایسه (تفاوت‌ها و شباهت‌ها) تحقیق حاضر با پژوهش‌های قبلی انجام شده

محقق/محققان	سال	شباهت‌ها با تحقیق حاضر	تفاوت‌ها با تحقیق حاضر
کریستوفر و پک	۲۰۰۴	هر دو تحقیق مدل مفهومی برای طبقه‌بندی منابع ریسک‌های زنجیره تأمین ارائه کردند و استراتژی‌های تاب‌آوری تعیین کردند.	تفاوت در برخی استراتژی‌های تاب‌آوری، عدم تعریف پارامترهای تاب‌آوری در تحقیق کریستوفر و پک
کرایقد و همکاران	۲۰۰۷	در هر دو تحقیق پارامترهای شدت شکست و بازیابی از شکست و حالات شکست و تأثیر آن بر روی شکست در زنجیره تأمین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است	درتحقیق کرایقد و همکاران از تکنیک رخداد بحرانی برای ارزیابی شدت شکست در شرایط مختلف استفاده شده است و در مقایسه با تحقیق حاضر که شش پارامتر تاب‌آوری مورد بررسی قرار گرفتند تنها به دو پارامتر تاب‌آوری شدت شکست و بازیابی پرداخته است.
پانامارو و هلکمب	۲۰۰۹	عناصر مهم تاب‌آوری زنجیره تأمین و روابط بین‌آنها و ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری در هر دو تحقیق مشترک بوده است.	اندازه‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین و تعیین ارتباط بین قابلیت‌های لجستیکی و تاب‌آوری زنجیره تأمین در تحقیق پانامارو و هلکمب مورد بررسی قرار گرفتند.
کاروالهو و همکاران	۲۰۱۲	توجه هر دو تحقیق بر حالات شکست و استراتژی‌های تاب‌آوری	تاکید تحقیق کاروالهو و همکاران بر ایجاد ارتباط بین تاب‌آوری و چابکی و اثر آنها بر شاخص‌های عملکردی زنجیره تأمین بوده و پارامترها و کارکردهای تاب‌آوری مانند شدت شکست، زمان بازیابی و... را مورد بررسی قرار نداده است. به علاوه حالات محدودی از شکست را مورد ملاحظه قرار داده است.

کاروالهو	۲۰۱۲	توجه هر دو تحقیق بر مفهوم پارامترهای تاب‌آوری، تعیین حالات مختلف شکست و تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری و تعیین مدل مفهومی تاب‌آوری .	عدم تعیین وزن‌های استراتژی‌های تاب‌آوری و عدم استفاده از مدل معادلات ساختاری جهت اعتبار سنجی مدل مفهومی در تحقیق کاروالهو
سونی و همکاران	۲۰۱۴	تاکید روی عدم قطعیت و توانمندسازهای (استراتژی‌های) تاب‌آوری و روابط داخلی بین آنها و ارائه چارچوب مفهومی تاب‌آوری و تعیین شاخص کمّی برای تاب‌آوری زنجیره تأمین در هر دو تحقیق	استفاده از مدل معادلات تفسیری (ISM) در تعامل بین توانمندسازها و روابط داخلی بین آنها در تحقیق سونی و همکاران.
منساح و مرکوریو	۲۰۱۴	بررسی حالات شکست و استراتژی‌های تاب‌آوری و بازیابی از شکست در هر دو تحقیق	تاکید اصلی این تحقیق بر روی حالت شکست سیستم‌های اطلاعاتی و حمله‌های سایبری بوده است. عدم توجه به برخی پارامترهای تاب‌آوری در تحقیق منساح و مرکوریو
ترابی و همکاران	۲۰۱۵	توجه هر دو تحقیق بر حالات شکست، انواع عدم قطعیت و تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری	استفاده از مدل احتمالی دو مرحله‌ای برای تحلیل موازنه بین هزینه و سطح تاب‌آوری در زنجیره تأمین در تحقیق ترابی و همکاران. عدم تاکید روی پارامترهای‌تاب‌آوری و عدم ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری
ماتسو	۲۰۱۵	تاکید روی شکست‌های تأمین و زمان بازیابی از شکست در صنعت خودرؤسازی	عدم تعیین استراتژی‌های پیشگیرانه تاب‌آوری و پارامترهای مرتبط با آنها و عدم ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری در تحقیق ماتسو
راجش	۲۰۱۷	تبیین تاب‌آوری و معیارهای تاب‌آوری	عدم تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری و عدم ارائه مدل مفهومی تاب‌آوری در تحقیق راجش
آزاده و همکاران	۲۰۱۷	بررسی عملکرد تاب‌آوری در هر دو تحقیق	عدم بررسی پارامترهای تاب‌آوری و عدم تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری در تحقیق آزاده و همکاران
فکورثقیه و همکاران	۱۳۹۳	توجه هر دو تحقیق بر حالات شکست، مدل یا چارچوب مفهومی تاب‌آوری و تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری درصنعت خودرؤسازی	عدم بررسی پارامترهای تاب‌آوری و عدم تعیین وزن استراتژی‌های تاب‌آوری در تحقیق فکورثقیه و همکاران
جعفرنژاد و محسنی	۱۳۹۴	تبیین مفهوم تاب‌آوری در زنجیره تأمین و بررسی ریسک‌ها و اختلافات زنجیره تأمین بعلاوه توانمندسازها(استراتژی‌ها)و مشخصه-های(پارامترهای)تاب‌آوری زنجیره تأمین	عدم تعیین وزن استراتژی‌های تاب-آوری در تحقیق جعفرنژاد و محسنی

به منظور تاب‌آور ساختن شرکت ایران‌خودرو نسبت به حالت شکست، کمبود مواد اولیه و پیشگیری از وقوع این نوع شکست که منجر به توقف در خطوط تولید می‌شود، باید استراتژی‌های متعددی اتخاذ گردد. به همین منظور برنامه‌ریزی توسعه تأمین‌کنندگان در حوزه‌های لجستیکی و افزایش ارتباط مؤثر با آنها در حوزه‌های تأمین و لجستیک به علاوه برنامه‌ریزی حمل و نقل مؤثر، منعطف و جایگزین باید صورت گیرد تا مواد اولیه با قابل اطمینان بیشتری در زنجیره تأمین جریان یابد و کسری مواد اولیه در شرکت ایران‌خودرو کمتر اتفاق افتد. اگر در نزدیک چند تأمین‌کننده انبارهایی جهت ذخیرهٔ موقت کالاهای مهم و بحرانی ایجاد شود آنگاه این تأمین‌کنندگان در صورت وقوع آشفتگی فرصت بیشتری برای بازیابی خواهند داشت و لذا از احتمال وقوع شکست کاسته خواهد شد. در صورتی که برنامه‌ریزی جهت افزونگی ظرفیت تأمین‌کنندگان انجام شود نیز می‌توان شاخص تحویل به موقع تأمین‌کنندگان را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داد. در صورتی‌که شرکت ایران‌خودرو میدان دید در زنجیره تأمین به ویژه تأمین‌کنندگان را افزایش دهد، فعالیت‌های تأمین‌کنندگان از جمله میزان موجودی آنها در انبارها و وضعیت کیفی مواد و قطعات قابلیت پایش بیشتری دارند. شرکت ایران‌خودرو باید تأمین‌کنندگان جایگزین و پشتیبان را انتخاب و توسعه دهد تا در موارد بحرانی بتواند از وقوع شکست جلوگیری نماید. با طراحی سیستم تولید انعطاف پذیر جهت تغییر سریع در برنامه تولید در شرکت ایران‌خودرو نیز چابکی این شرکت بالا رفته و به سرعت می‌تواند به انواع محرک‌های محیطی از جمله نوسان تقاضای مشتریان پاسخ دهد. به علاوه شرکت ایران خودرو باید اجزا و مواد را تا حدامکان استاندارد کرده تا در موارد مقتضی بتواند از انبار قطعات استاندارد استفاده کرده و تغییرات سریع در برنامه تولید متناسب با شرایط تقاضا ایجاد نماید. با تمرکز بر چابک کردن زنجیره تأمین نیز، شرکت ایران‌خودرو می‌تواند از مزیت‌های آن بهره‌مند شود. در مورد سیستم حمل و نقل هم می‌توان با خرید طرح‌های ترافیکی و یا حتی تأثیرگذاری بر روی مقررات ترافیکی برای مواد و محصولات مهم و بحرانی، ریسک عدم تحویل به موقع را کاهش داد.

در مقابله با انواع شکست‌های پیش رو نیز باید دپارتمان مدیریت ریسک یا دپارتمان تاب‌آوری در ایران‌خودرو ایجاد شود تا بتواند در مواقع آشفتگی به متغیرهای محیطی پاسخگو باشد. جهت تاب‌آور ساختن شرکت ایران‌خودرو نسبت به حالت شکست

مسائل کیفی مواد اولیه و پیشگیری از رخداد آن، نیز استراتژی‌های به کارگیری رویکردهای مدیریت کیفیت و کنترل کیفیت موثر و قوی برای تأمین‌کنندگان و توسعه ارتباط مؤثر با آنها در زمینه کیفی، برنامه‌ریزی برای توسعه تأمین‌کنندگان جایگزین، استانداردسازی مواد و اجزاء، ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری) باید انجام شود.

همان گونه که در این تحقیق نشان داده شد مشکلات مالی شرکت ایران‌خودرو می‌تواند سبب بروز توقف و اخلال در خطوط تولید آن شود. به همین منظور مدیران ایران‌خودرو می‌توانند همکاری با شرکت‌های بزرگ و مطرح خودرؤسازی دنیا برای توسعه بازار خود و افزایش فروش داشته باشند. در ضمن اتخاذ سیاست‌های کاهش قیمت در شرکت ایران‌خودرو می‌تواند منجر به دستیابی به بخشی از سهم فروش رقبای داخلی و خارجی شود. به علاوه ایجاد مدل‌های متنوع در فروش و استقراض از بانک‌ها می‌تواند افزایش نقدینگی این شرکت را موجب شود تا بتواند به تعهدات خود نسبت به مشتریان عمل کرده و مشتریان جدید جذب کند. به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی باید مهندسی مجدد فرآیندها انجام شود. همانند سایر حالات شکست ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک می‌تواند به کاهش احتمال وقوع شکست و افزایش سرعت بازیابی کمک کند. جریان نادرست اطلاعات در بخش‌های مختلف شرکت مانند تأمین، دریافت کالا و تولید ممکن است سبب بروز شکست‌های مکرر در تولید ایران‌خودرو شود. به منظور کاهش ریسک ایجاد این شکست‌ها، باید توسعه تأمین‌کنندگان در حوزه فناوری اطلاعات انجام شود. میدان دید در کل زنجیره تأمین به ویژه تأمین‌کنندگان افزایش یابد و در تسهیم و مدیریت اطلاعات دپارتمان‌های مختلف بازنگری صورت گیرد. استانداردسازی مواد و اجزا جهت کنترل راحت‌تر آنها انجام شود و با ایجاد دپارتمان تاب‌آوری و مشخص بودن رهبر تیم و شرح وظایف کلیه دپارتمان‌ها و افراد در زمان وقوع شکست می‌توان در هنگام بروز شکست اقدامات مقتضی را انجام داد.

خروجی تکنیک FAAO این تحقیق نشان می‌دهد که به جهت تاب‌آور ساختن شرکت ایران‌خودرو نسبت به حالت شکست مسائل کیفی مواد اولیه که مکرراً پیش می آید و بازیابی شکست به حالت قبل یا مطلوب‌تر از آن، باید استراتژی‌های متعددی اتخاذ گردد. لذا تأمین‌کنندگانی که از نظر مسائل کیفی پرریسک هستند باید در فواصل

زمانی کمتری مورد ارزیابی دوره‌ای قرار گیرند و در صورت عدم بهبود، از لیست تأمین‌کنندگان حذف شوند و تأمین‌کنندگان جدید با رعایت مسائل کیفی جایگزین آنها شوند. همچنین تعیین رهبر تیم برای هر نوع شکست و مشخص بودن وظایف کلیه دپارتمان‌ها به صورت کاملا تخصصی در مواجهه با زمان‌های وقوع شکست می‌تواند بسیار مفید باشد. استفاده از تکنیک FAAO که در این تحقیق به آن پرداخته شده است می‌تواند در حل مشکلات کیفی نیز بسیار مؤثر باشد. به علاوه استفاده از تکنیک SPC می‌تواند فرآیندها و محصولات پرریسک را تحت کنترل بگیرد و به تدریج بهبود کیفیت، ایجاد کند. به منظور جلوگیری از مونتاژ قطعات کیفیت پایین نیز می‌توان در ایستگاه‌های مختلف مانند مکان تأمین‌کننده و خطوط تولید ایران خودرو قبل از مونتاژ، ایستگاه فایروال ایجاد نمود. در نهایت به منظور تشویق سازنده به بهبود کیفیت لازم است که جرایم نقدی تأمین‌کنندگان متناسب با میزان ضایعات تولید شده توسط آنها تشدید یابد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند

References

Ambulkar, S., Blackhurst, J., & Grawe, S.(2015). Firm's Resilience to Supply Chain Disruptions: Scale Development and Empirical Examination.Journal of Operations Management,33&34,111-122.

Azadeh, A., Meydani, N.S., & Haghighi, S.M.(2017). Performance Optimization of an Aluminum Factory in Economic Crisis by Integrated Resilience Engineering and Mathematical Programming. Safety Science, 91, 335-350.

Azevedo, S. A., Machado, V. H., Barroso, A. P., & Cruz-Machado, V. (2008). Supply Chain Vulnerability: Environment Changes and Dependencies. International Journal of Logistics and Transport, 1, 41-55.

Barroso, A.P., Machado, V.H., & Cruz-Machado, V.(2008). A Supply Chain Disturbances Classification. Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management.

Berle, Ø., Rice Jr., J. B., & Asbjørnslett, B.E.(2011). Failure Modes in the Maritime Transportation System: A Functional Approach to Throughput Vulnerability. Maritime Policy & Management, 38(6), 605-632.

Blackhurst, J., Dunn, K.S., & Craighead, C.W.(2011). An Empirically Derived Framework of Global Supply Resiliency. Journal of Business Logistics, 32(4), 374-391.

Blackhurst, J., Craighead, C. W., Elkins, D., & Handfield, R.B.(2005). An Empirically Derived Agenda of Critical Research Issues for Managing Supply-Chain Disruptions. International Journal of Production Research, 43(19), 4067-4081.

Carvalho, H., Tavares, J. G., & Cruz-Machado, V.(2012). A Mapping Framework for Assessing Supply Chain Resilience. International Journal of Logistics Systems and Management, 12(3), 354-373.

Carvalho, H.(2012). Modelling Resilience in Supply Chain. Faculdade de Ciências e Tecnologia and Universidade Nova de Lisboa.

Carvalho, H., & Cruz-Machado, V.(2011). Integrating Lean, Agile, Resilience and Green Paradigms in Supply Chain Management. Intech Publication.

Chopra, S., & Sodhi, M.S.(2004). Supply-Chain breakdown. MIT Sloan Management Review, 46(1), 53-62.

Christopher, M., & Peck, H.(2004). Building the Resilient Supply Chain. The International Journal of Logistics Management, 15(2), 1-14.

Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., & Handfield, R.B.(2007). The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. Decision Sciences, 38(1), 131-156.

Fakoor, A. M., Olfat, L., Feizi, K., & Amiri, M.(2014). A Supply Chain Resilience Model for Competitiveness in Iranian Automobile Manufacturers. Production and Operations Management, 5, 143-164, (In Persian).

Glickman, T. S., & White, S.C.(2006). Security, Visibility and Resilience: The Keys to Mitigating Supply Chain Vulnerabilities. International Journal of Logistics Systems and Management, 2(2), 107-119.

Hanna, J. B., Skipper, J. B., & Hall, D.(2010). Mitigating Supply Chain Disruption: The Importance of Top Management Support

to Collaboration and Flexibility. International Journal of Logistics Systems and Management, 6.

Hora, M., & Klassen, R.D.(2013). Learning from others' Misfortune: Factors Influencing Knowledge Acquisition to Reduce Operational Risk. Journal of Operations Management, 31(1-2), 52-61.

Hsu, C. C., & Liou, J.J.H.(2013). An Outsourcing Provider Decision Model for the Airline Industry. Journal of Air Transport Management 28, 40-46.

Jafarnezhad, A., & Mohseni, M.(2015). Presenting a Framework to Improve Resilience Supply Chain Performance. Iranian Journal of Supply Chain Management, 48, 38-51, (In Persian).

Loh, H. S., & Thai, V.V.(2014). Managing Port-Related Supply Chain Disruptions: A Conceptual Paper. The Asian journal of shipping and logistics, 30, 97-116.

Mason-Jones, R., & Towill, D.(1998). Shrinking the Supply Chain Uncertainty Circle. The Institute of Operations Management Control Journal, 24(7), 17-22.

Matsuo, H.(2015). Implications of the Tohoku earthquake for Toyota's coordination mechanism: Supply chain disruption of automotive semiconductors. International Journal of Production Economics, 161, 217-227.

Mensah, P., & Merkuryev, Y.(2014). Developing a Resilient Supply Chain. Procedia- Social and Behavioral Sciences, 110, 309-319.

Mitchell, G., & McDonald, A.(2015). Developing Resilience to England's Future Droughts: Time for Cap and Trade?. Journal of Environmental Management, 149, 97-107.

Narasimhan, R., & Talluri, S.(2009). Perspectives on Risk Management in Supply Chains. Journal of Operation Management. 27(2),114-118.

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.

Ponomarov, S.Y., & Holcomb, M.C.(2009). Understanding the Concept of Supply Chain Resilience. The International Journal of Logistics Management, 20(1), 124-143.

Rajesh, R.(2016). Forecasting Supply Chain Resilience Performance Using Grey Prediction. Electronic Commerce Research and Applications, 20, 42-58.

Rice, J. B., & Caniato, F.(2003). Building a Secure and Resilient Supply Network. Supply Chain Management Review,7(7),22-30.

Sheffi, Y., & Rice, J.B.(2005). A Supply Chain View of the Resilient Enterprise. Sloan Management Review, 47(1), 41-48.

Shu, T., Chen, S., Wang, S., & Lai, K.K.(2014). Gbom-Oriented Management of Production Disruption Risk and Optimization of Supply Chain Construction. Expert Systems with Applications, 41, 59-68.

Soni, U., Jain, V., & Kumar, S.(2014). Measuring Supply Chain Resilience Using a Deterministic Modeling Approach. Computers & Industrial Engineering, 74, 11-25.

Starr, R., Newfrock, J., & Delurey, M.(2003). Enterprise Resilience: Managing Risk in the Networked Economy. Strategy and Business, 30, 70-79.

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.

Svensson, G.A.(2000). Conceptual Framework for the Analysis of Vulnerability in Supply Chains. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 30(9), 731-749.

Tomlin, B.(2006). On the Value of Mitigation and Contingency Strategies for Managing Supply Chain Disruption Risks. Management Science, 52(5), 639-657.

Torabi, S.A., Baghersad, M., & Mansouri, S.A.(2015). Resilient Supplier Selection and Order Allocation under Operational and Disruption Risks. Transportation Research Part, E 79, 22–48.

Tzeng, G. H., & Huang, J.J.(2011). Multiple Attribute Decision Making Methods and applications. America: CRC PressTaylor & Francis Group.

Vugrin, E., Warren, D., & Ehlen, M.(2011). A Resilience Assessment Framework for Infrastructure and Economic Systems: Quantitative and Qualitative Resilience Analysis of Petrochemical Supply Chains to a Hurricane. Process Safety Progress, 30(3), 280–290.

Wu, H. H., Shieh, J. I., Li, Y., & Chen, H. L.(2010). A Combination of AHP and Dematel in Evaluating the Criteria of Employment Service Outreach Program Personnel. Information Technology Journal, 9(3), 569-575.

Wu, W.(2008). Choosing Knowledge Management Strategies by Using a Combined ANP and Dematel Approach. Expert Systems with Applications, 35(3), 828-835.