فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال دوازدهم/ شماره ۴۰ / تابستان ۱۳۹۶

طراحی مدل تاب آوری در زنجیره تامین ایران خودرو با رویکرد مدل معادلات ساختاری و تکنیک های کیفی

کاظم روانستان

دانشجوی دوره دکتری رشته مدیریت (تولید و عملیات)، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

حسنعلی آقاجانی (نویسنده مسؤول)

دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

Email: Aghajani@umz.ac.ir

عبدالحمید صفایی قادیکلایی

دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

محمود یحیی زاده فر

استاد گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۱ * تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲۵

چکیده

تحقیق حاضر به مطالعه و بررسی زنجیره تامین تاب آور شرکت ایران خودرو می پردازد. هدف این تحقیق تعیین استراتژی هایی است که بتواند از وقوع توقفات در خطوط تولید ایران خودرو جلوگیری کرده و یا در صورت توقف، با کمترین زمان ممکن به حالت قبل از شکست یا مطلوب تر از آن بازیابی شود. بعلاوه این تحقیق درصدد است تا مدل جامعی از تاب آوری در زنجیره تامین ایران خودرو معرفی نماید. در این تحقیق کلیه حالات شکست که پتانسیل توقف خطوط تولید ایران خودرو را دارد (۱۲ حالت شکست) از طریق ادبیات تحقیق و نظرات خبرگان شناسایی شده است. جامعه آماری این تحقیق مدیران و کارشناسان واحدهای لجستیک، برنامه ریزی و بازرگانی شرکت ساپکو می باشد. در این تحقیق از تکنیک FMEA برای تعیین استراتژی های تاب آوری در زنجیره تامین قبل از بروز شکست و تکنیک جدید FAAO برای تعیین استراتژی های تاب آوری زنجیره تامین بعد از وقوع شکست استفاده شده است. همچنین با رویکرد مدل معادلات ساختاری و نرم افزار آموس مدل تاب آوری مورد تایید قرار گرفت. خبرگان از طریق تکنیک FMEA چهار حالت شکست که دارای بیشترین نمره اولویت ریسک (RPN) بوده اند را انتخاب و تعداد ۲۱ استراتژی برای تاب آور ساختن زنجیره تامین ایران خودرو برای مقابله با این حالات شکست معرفی کردند. بعلاوه از طریق تکنیک FAAO نیز تعداد ۶ استراتژی جهت تاب آور ساختن زنجیره تامین نسبت به شکست تعیین شد.

کلمات کلیدی: استراتژی، ایران خودرو، تاب آوری، شکست.

۱- مقدمه

تاب‌آوری توانایی زنجیره تامین برای کاهش احتمال شکست و کاهش پیامدهای آن در زمان بازیابی عملیات برای بازگشت به عملکرد نرمال می باشد (Falasca etal., 2008). تاب‌آوری به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که شکست‌های زنجیره تامین را مدیریت کنند و تحویل محصولات و خدمات خود به مشتریان را ادامه دهند (Sheffi and Rice, 2005). هدف از تجزیه و تحلیل و مدیریت تاب‌آوری زنجیره تامین جلوگیری از انتقال به وضعیت نامطلوب است یعنی جایی که حالات شکست ممکن است اتفاق بیفتند. در سیستم‌های زنجیره تامین، هدف واکنش کارا نشان دادن به اثرات منفی آشفتگی‌ها می‌باشد (Carvalho and Cruz-Machado, 2011). 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 تامین 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 پاسخگویی به ریسک‌های واقعی و درک شده را تخصصی سازند (Ambulkar etal., 2015).

مطالعه موردی این تحقیق زنجیره تامین شرکت ایران‌خودرو می‌باشد. شرکتی که بزرگترین خودروساز خاورمیانه بوده و بیش از یک میلیون نفر به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به آن وابسته می‌باشند. اما 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. به عنوان مثال به علت ادغام شرکت تالبوت انگلستان با شرکت پژو فرانسه و مشکلات مربوط به جنگ تحمیلی، تولید پیکان از سقف بیش از ۷۰ هزار دستگاه در سال ۱۳۶۳ به سه هزار دستگاه در سال ۱۳۶۸ رسید. سال ۱۳۶۴ با کاهش درآمدهای ارزی نشانه های بحران صنعتی، اقتصادی و تولیدی آغاز گردید تا آنجا که در سال ۱۳۶۵ کارخانه در آستانه تعطیلی قرار گرفت. یا در تابستان ۹۱ به علت افزایش نرخ دلار و تشدید تحریم‌ها، تولید خودروهای شرکت ایران خودرو در مقایسه با سال پیش به نصف رسیده بود. لذا مسئله‌ای که این تحقیق به آن می‌پردازد شکست‌های پیش روی این شرکت است که در راستای اقتصاد مقاومتی و حمایت از تولید داخلی ضرورت توجه به آن اجتناب‌ناپذیر است. هدف از این تحقیق طراحی یک مدل جامع برای تاب‌آوری زنجیره تامین ایران‌خودرو به منظور تاب‌آور کردن آن می‌باشد بدین معنی که برای هر نوع حالت آشفتگی در زنجیره تامین 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 طراحی یک مدل مفهومی جامع برای تاب‌آوری زنجیره تامین ایران-خودرو می‌باشد. این فرآیند در چند مرحله مرتبط به هم و با تکنیک‌های آماری و مدل معادلات ساختاری انجام می‌شود و می‌تواند به عنوان یک متدولوژی جهت تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری و ارائه یک مدل مفهومی در صنایع مختلف به کار برده شود. در این مقاله ابتدا تاب‌آوری در زنجیره تامین به طور مفصل تشریح خواهد شد. سپس آشفتگی‌ها، عدم قطعیت و شکست‌هایی که زنجیره‌های تامین شرکت ایران‌خودرو با آن مواجه هستند معرفی شده و در ادامه با تکنیک FMEA و FAAO استراتژی‌های تاب‌آوری در این شرکت تعیین می‌شوند. در نهایت هم مدل تاب‌آوری زنجیره تامین ایران‌خودرو طراحی و مورد اعتبارسنجی قرار می‌گیرد.

تاکنون تعاریف نسبتاً زیاد و مشابهی از تاب‌آوری ارائه شده است. رایس و کانیاتو توانایی سازمان برای واکنش به یک شکست غیر منتظره را تاب‌آوری نامیدند (Rice and Caniato, 2003). کریستوفر و پک توانایی زنجیره تامین 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 (Christopher and Peck, 2004). از دیدگاه (Sheffi and Rice, 2005) توانایی برای برگشت از شکست تاب‌آوری می‌باشد. آزودو و همکاران هم توانایی زنجیره تامین برای غلبه بر آشفتگی‌های غیرمنتظره را به عنوان تاب‌آوری معرفی نمودند (Azevedo etal., 2008). محققان دیگری تاب‌آوری را به صورت توانایی انطباق زنجیره تامین برای آمادگی در برابر رخدادهای غیرمنتظره، پاسخگویی به شکست‌ها و بازیابی از آنها بوسیله حفظ مداوم عملیات در سطح

مطلوب و کنترل ساختار و کارکرد معرفی کرده‌اند (Ponomarov and Holcomb, 2009). برلی و همکاران توانایی زنجیره تامین برای اداره شکست بدون اثرگذاری مهم روی توانایی خدمت‌دهی به مشتری را تاب‌آوری نامیدند (Berle et al., 2011). قابلیت تاب‌آوری یک شرکت را قادر می‌سازد شکست‌ها را پیش‌بینی 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 (Pettit etal., 2010). 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. هر چند تعریف برگشت به حالت اصلی بعد از یک تغییر شکل برای تاب‌آوری نظری و تئوری قلمداد می‌شود اما بسیاری از سازمان‌ها این آگاهی را ندارند که در نظر گرفتن تاب‌آوری زنجیره تامین به عنوان بخشی از استراتژی‌هایی که سازمان‌ها در هنگام توسعه مدیریت ریسک و مدیریت مستمر کسب و کار در نظر می‌گیرند، ضروری است (Christopher and Peck, 2004). تمرکز بر روی شکست‌های زنجیره تامین به شرکت‌ها کمک می‌کند که از شکست‌های قبلی درس بگیرند و آگاهی آنها را نسبت به محیط افزایش داده تا بتوانند شکست‌های آینده را مدیریت نمایند. برای دستیابی به تاب‌آوری، شرکت‌ها باید بتوانند منابع را در مواجهه با شکست‌ها مجدداً پیکره‌بندی کنند (Ambulkar etal., 2015).

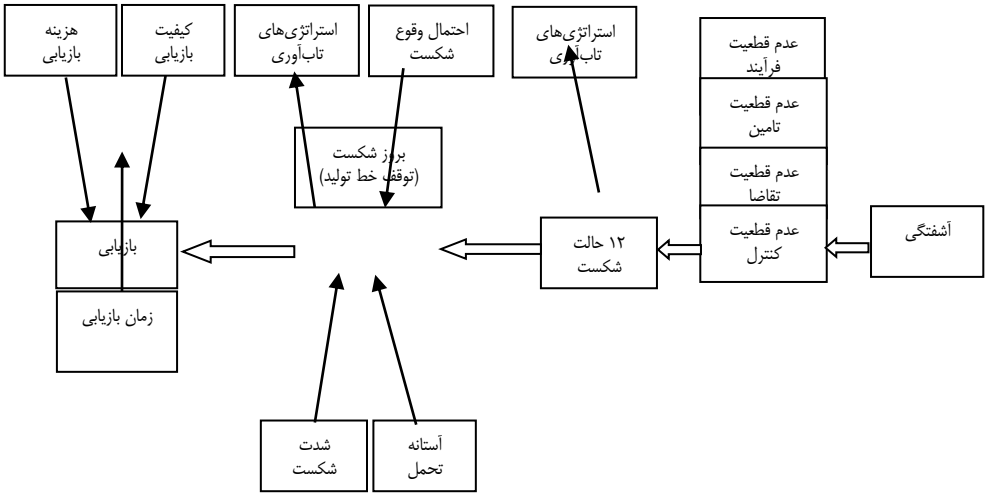
اهمیت ایجاد تاب‌آوری در نهادهای زنجیره تامین در بسیاری از مطالعات مورد تاکید قرار گرفته است و روشی که یک سازمان شکست‌ها را مدیریت می‌کند می‌تواند به صورت قابل ملاحظه‌ای بر تصویر آن سازمان و سهم بازارش تاثیر بگذارد (Loh and Thai, 2014). اهمیت تاب‌آوری در مواجهه با شکست‌های زنجیره تامین نباید دست کم گرفته شود. شرکت‌های تاب‌آور کمتر نسبت به شکست‌های زنجیره تامین آسیب‌پذیر هستند و در مدیریت شکست‌های زنجیره تامین تواناتر هستند (Zsidisin and Wagner, 2010., Blackhurst et al., 2011). هدف از تجزیه و تحلیل و مدیریت تاب‌آوری زنجیره تامین جلوگیری از انتقال به وضعیت نامطلوب است یعنی جایی که حالات شکست ممکن است اتفاق بیفتند.

شرکت‌های زنجیره تامین از وقوع شکست در زنجیره تامین آسیب دیده و لذا کارایی زنجیره تامین پایین می‌آید (Soni et al., 2014). شکست در زنجیره تامین یک رخداد است که جریان کالاها یا خدمات را در زنجیره تامین منقطع می‌کند (Craighead et al., 2007) و می‌تواند پیامدهای شدید منفی روی عملکرد مالی، بازار و عملیاتی شرکت داشته باشد (Narasimhan and Talluri, 2009). شکست‌های زنجیره تامین رویکردهای برنامه‌ریزی نشده‌ای هستند که ممکن است در زنجیره تامین اتفاق بیفتند و احتمالاً بر جریان نرمال یا قابل انتظار مواد و اجزاء اثر می‌گذارند (Svensson, 2001). کاروالهو و همکاران آشفتگی را به صورت یک رخداد قابل پیش‌بینی یا غیر قابل پیش‌بینی که مستقیماً بر عملیات و ثبات عادی یک سازمان یا یک زنجیره تامین اثر می‌گذارد تعریف کردند (Carvalho et al., 2012b). آشفتگی زنجیره تامین عدم صلاحیت زنجیره تامین در پاسخگویی به آشفتگی‌ها و متعاقباً دستیابی به اهداف است. وقتی شرکت‌ها در معرض آشفتگی قرار بگیرند حالات شکست در زنجیره تامین 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 (Azevedo etal., 2008).

توانایی برای واکنش مقتضی به شکست‌ها خواه طبیعی و خواه غیرطبیعی، یک ضرورت استراتژیک برای بقاء کسب و کار است بویژه زمانی که سازمان متشکل از تعدادی شبکه به هم وابسته از نهادها است (Hanna etal., 2010). لح و سای چندین ویژگی را در مدیریت موثر شکست‌های زنجیره تامین ضروری دانسته‌اند شامل قابلیت پاسخگویی، انعطاف‌پذیری، روابط قوی با تامین‌کنندگان، توانایی سازمان برای تاثیرگذاری بر روی تقاضا، تعهد به سازمان و همسانی در فرآیندها و رویه‌ها (Loh and Thai, 2014). کلیندرفر و ساعد سه وظیفه اصلی برای مدیریت ریسک شناسایی کردند: مشخص کردن منابع ریسک و آسیب-پذیری، ارزیابی ریسک و کاهش ریسک (Kleindorfer and Saad, 2005).

تاکنون تحقیقات نسبتاً کمی بر روی تاب‌آوری زنجیره تامین به صورت کمی انجام شده است. تحقیقات انجام گرفته هم تنها بر روی تحلیل برخی از پارامترهای تاب‌آوری در زنجیره تامین صورت گرفته است. در تحقیق حاضر مدل جامعی از تاب‌آوری در

زنجیره تامین ارائه می‌شود که از مرحله آشفتگی در زنجیره تامین تا بازیابی از شکست را شامل می‌گردد. این مدل با استفاده از مدل‌های مختلف محققان در ادبیات تحقیق و نظرات خبرگان مطابق با شکل شماره ۱ طراحی شده است.



شکل شماره (۱): مدل مفهومی تاب‌آوری زنجیره تامین

مدل مفهومی پیشنهادی تاب‌آوری زنجیره تامین به صورت زیر معرفی می‌گردد:

از نظر (Carvalho et al., 2012b) آشفتگی در زنجیره تامین به صورت عدم قطعیت در فرآیند، تامین، تقاضا و کنترل بر روی فعالیت‌های یک شرکت تاثیر می‌گذارد. عدم قطعیت در هر یک از این موارد سبب بروز حالات شکست در زنجیره تامین می‌گردد. حالات شکست در این تحقیق ۱۲ حالت 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 تامین و انبار ۱۰- مشکلات حمل و نقل ۱۱- مشکلات مالی ۱۲- کاهش تقاضا می‌باشند. هر یک از این حالات شکست ممکن است منجر به توقف در خطوط تولیدی شرکت (در این تحقیق به طور نوعی شرکت ایران‌خودرو) شود. لذا باید استراتژی‌هایی جهت جلوگیری از رخداد شکست تعیین گردند. دو پارامتر تاب‌آوری شرکت یعنی "احتمال وقوع شکست" و "آستانه تحمل نسبت به شکست" در بروز شکست تاثیر مستقیم دارند. اما در صورتی که این دو پارامتر نتوانند مانع بروز شکست شوند. شکست که همان توقف خطوط تولیدی شرکت می‌باشد با "شدت شکست" مشخصی اتفاق می‌افتد. پس از بروز شکست، باید تلاش برای بازیابی از شکست و رسیدن به وضعیت اولیه یا مطلوب‌تر صورت گیرد. به همین منظور استراتژی‌های تاب‌آوری پس از وقوع شکست نیز تعیین می شوند. مطابق با این مدل، ۳ پارامتر تاب‌آوری یعنی "زمان بازیابی"، "هزینه بازیابی" و "کیفیت بازیابی" بر بازیابی از شکست موثر هستند.

تاکنون تحقیقات مختلفی به منظور شناسایی استراتژی‌های تاب‌آوری در سازمان‌ها و طراحی مدل تاب‌آوری به وسیله محققان انجام شده است. اما هیچ کدام از این تحقیقات از تکنیک FMEA و FAAO و مدل معادلات ساختاری برای تعیین استراتژی-های تاب‌آوری و طراحی مدل تاب‌آوری استفاده نکرده است. ترابی و همکاران یک مدل تصمیم جدید توسعه دادند تا پایگاهی جهت تامین تاب‌آوری برای زنجیره‌های تامین عمومی در پاسخ به عدم قطعیت‌های برخاسته از شکست‌های مهم به علت رخدادهای طبیعی و مصنوعی و ریسک‌های عملیاتی بسازند (Torabi et al., 2015). در تحقیق انجام شده توسط (Cardoso et al., 2015) یک مدل طراحی و برنامه‌ریزی که عدم قطعیت تقاضا را یکپارچه می‌کند برای ۵ ساختار زنجیره تامین که در معرض انواع شکست‌ها هستند به کار برده شد. کلیبی و مارتل (۲۰۱۲) یک مدل برنامه‌نویسی احتمالی برای مسئله

مکان- تخصیص تحت عدم قطعیت تقاضای مشتریان و شکست‌های شبکه توسعه دادند که یک زنجیره تامین با دو لایه و یک محصول واحد در نظر گرفته شد (Klibi and Martel, 2012). سونی و همکاران توانمندسازهای تاب‌آوری زنجیره تامین را شناسایی و درجه‌بندی کردند و سپس با استفاده از مدل معادلات تفسیری تعامل بین توانمندسازها را مشخص کردند (Soni et al., 2014). منساح و مرکوریو زنجیره تامین و ریسک‌هایی که با آن مواجه است را تجزیه و تحلیل کردند و تاب‌آوری زنجیره تامین را مورد بررسی قرار دادند و استراتژی‌ها و ابزارهای مقتضی را که به جلوگیری از ریسک‌ها کمک می‌کند ارائه دادند (Mensah and Merkuryev, 2014). کاروالهو و همکاران مطالعه‌ای از شبیه‌سازی زنجیره تامین برای زنجیره تامین خودرویی کشور پرتغال با هدف ارزیابی سناریوهای دیگر زنجیره تامین برای بهبود تاب‌آوری نسبت به آشفتگی ارائه کردند (Carvalho et al., 2012a). شو و همکاران کنترل ریسک شکست تولید مربوط به زنجیره تامین را مورد آزمون قرار داده و عدم قطعیت تولید در نهادهای زنجیره تامین با هدف دستیابی به سودهای بهینه در زنجیره تامین با الگوریتم ژنتیک و محاسبات شبیه سازی را بررسی کردند (Shu et al., 2014). ماتسو بر روی شکست‌های تامین یک واحد تولید "ریز کنترل‌کننده" خودرویی برای صنعت خودروی تویوتا و چگونگی رسیدن به زمان بازیابی سه ماهه تمرکز کرده است (Matsuo, 2015). میشل و مکدونالد یک سیستمی را برای توسعه تاب‌آوری در مناطقی که تحت فشار کم آبی و خشکسالی هستند پیشنهاد کردند که یک نوآوری مهم در بازار آب کشور انگلستان ارائه می‌دهد (Mitchell and McDonald, 2015). راجش در تحقیقی با هدف پیش‌بینی معیارهای تاب‌آوری دریافت که شاخص‌های انعطاف‌پذیری، پاسخگویی 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 (Rajesh, 2016). آزاده و همکاران 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. بعلاوه مهندسی تاب‌آوری یکپارچه کاراتر از مهندسی تاب‌آوری است (Azadeh et al., 2017).

۲- مواد و روش‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر مدیران و کارشناسان مرتبط با واحدهای برنامه‌ریزی، لجستیک و بازرگانی شرکت ساپکو می‌باشند. این افراد در حوزه‌های مربوط به زنجیره تامین منتهی به شرکت ایران‌خودرو بعلاوه آشفتگی‌ها و شکست‌های خطوط تولید شرکت ایران‌خودرو به علت شکست‌های مربوط به این شرکت (به عنوان سازمان مادر) بعلاوه بازیابی از شکست خبره می‌باشند. با توجه به اینکه در بخشی از پژوهش حاضر از تکنیک FMEA و FAAO استفاده می‌شود لذا نیاز است که تعداد نمونه محدود باشد. بنابراین تلاش شده است که یا از نظرات روسای واحدهای برنامه‌ریزی و لجستیک به عنوان خبره استفاده شود و یا افرادی که از طرف آنها معرفی شده‌اند و دارای تخصص مرتبط بیشتری هستند انتخاب شوند. به منظور تایید مدل مفهومی هم از کارشناسان واحدهای برنامه‌ریزی، لجستیک و بازرگانی استفاده شده است. در جهت جمع آوری داده‌ها با توجه به ادبیات تحقیق و نظرات خبرگان، حالات شکست و عدم قطعیت در زنجیره تامین ایران‌خودرو شناسایی شده است. در این تحقیق، برای اندازه‌گیری داده‌ها از پرسشنامه استفاده شده است. متغیرهای پرسشنامه نیز توسط افراد خبره که در حوزه‌های مورد تحقیق تخصص کافی دارند به علاوه ادبیات تحقیق استخراج گردید. در این تحقیق پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفته است. خبرگان به صورت گروهی به پرسشنامه‌های FMEA و FAAO و به صورت انفرادی به پرسشنامه مدل مفهومی تاب‌آوری پاسخ دادند. به منظور اثبات روایی مناسب پرسشنامه، در طراحی سوالات پرسشنامه، جملات قابل فهم و بدون ابهام مورد استفاده قرار گرفته است. پس از طراحی پرسشنامه (در دو مرحله)، جهت افزایش روایی از نظرات خبرگان استفاده شد و مطابق با نظرات اصلاحی این افراد اطمینان حاصل شد که سوالات پرسشنامه مرتبط با مفهوم تحقیق و مدل‌های پژوهش هستند. در نهایت تعداد ۷ نفر برای تشکیل تیم FMEA و FAAO و پاسخگویی به پرسشنامه تحقیق انتخاب شدند. در جهت تایید مدل مفهومی نیز پرسشنامه در اختیار ۱۶۰ خبره قرار گرفت که در نهایت تعداد ۱۱۸ خبره به این پرسشنامه پاسخ دادند.

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 تامین تاب‌آور تاکنون این تکنیک مورد کاربرد قرار نگرفته است. لذا در این تحقیق از این تکنیک جهت شناسایی استراتژی‌های زنجیره تامین شرکت ایران‌خودرو استفاده می‌شود. تکنیک FMEA در این تحقیق برای زمان 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 عدد بین ۱ تا ۱۰ را 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.

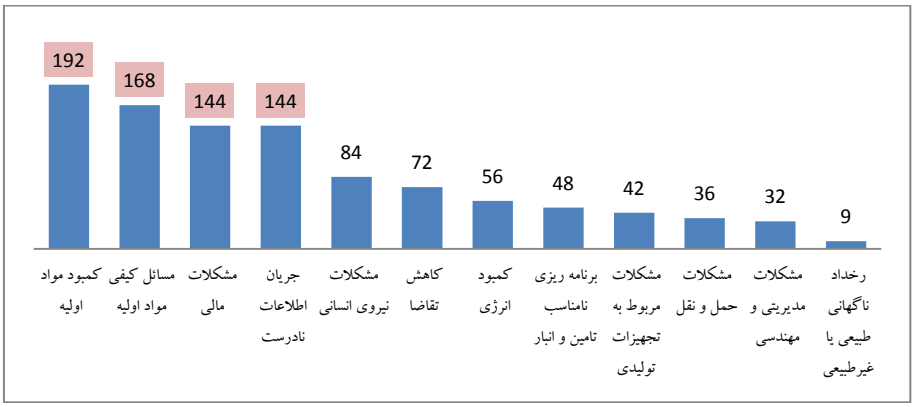
تکنیک‌هایی که در زمینه‌های کیفی یا غیرکیفی وجود دارند غالباً بر مبنای پیشگیری از حالات شکست می‌باشند. اما در دنیای واقعی هزاران نوع شکست در زمینه‌های مختلف و در انواع صنایع از جمله خودروسازی اتفاق می‌افتد ولی تکنیک خاصی که به طور موثر بتواند شکست‌ها را تجزیه و تحلیل کرده و استراتژی‌هایی را به صورت نظام‌مند ارائه دهد تاکنون معرفی نشده است. لذا این تحقیق درصدد است تا تکنیک FAAO را برای اولین بار به صورت عمومی در زنجیره تامین و به طور خاص در زنجیره تامین تاب‌آور شرکت ایران‌خودرو معرفی نماید. بدیهی است این تکنیک علاوه بر شکست‌های زنجیره تامین، در موارد مشابه از جمله مشکلات کیفی پس از وقوع نیز قابل تعمیم است. همانند تکنیک FMEA، اساس کار تکنیک FAAO بر مبنای تشکیل تیم چند تخصصی است تا بهترین عملکرد خروجی ایجاد شود. به منظور انجام FAAO تیم باید موارد زیر را تعیین نماید:

۱- زمان بازیابی (بر اساس رتبه بندی ۱ یا ۱۰): اگر بازیابی از شکست بسیار مشکل و نیاز به زمان زیادی دارد عدد ۱۰ و به ترتیب نزولی اگر بازیابی از شکست فوری و در زمان کمی امکان پذیر باشد عدد ۱ منظور می‌شود. ۲- هزینه بازیابی (بر اساس رتبه بندی ۱ یا ۱۰): اگر برای بازیابی هزینه‌های هنگفتی متناسب با هزینه شکست لازم باشد عدد ۱۰ و به ترتیب نزولی اگر هزینه ناچیزی برای بازیابی لازم باشد عدد ۱ منظور می‌شود. ۳- کیفیت بازیابی (بر اساس رتبه بندی ۱ یا ۱۰): اگر کیفیت بازیابی به اندازه درصد بسیار کمی از حالت قبل از شکست باشد عدد ۱۰ و به ترتیب نزولی اگر کیفیت بازیابی بسیار بیشتر از حالت قبل از شکست باشد عدد ۱ منظور می‌شود. ۴- عدد اولویت ریسک (RPN) که حاصلضرب امتیازات زمان بازیابی، هزینه بازیابی و کیفیت بازیابی می باشد. همانند FMEA، در FAAO نیز مقادیر RPN بالا مطابق با قانون پارتو جهت تعیین اقدامات اصلاحی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

در این تحقیق با استفاده از داده‌های کتابخانه‌ای و نظرات خبرگان، عوامل و حالات شکست موثر بر ریسک توقف خطوط تولید ایران‌خودرو شناسایی شده سپس با استفاده از تکنیک FMEA، مهمترین این عوامل مطابق با متدولوژی FMEA انتخاب و استراتژی‌هایی جهت تاب‌آوری زنجیره تامین و مقابله با این عوامل بالقوه ایجاد شکست تعیین شدند. در ادامه مهمترین عوامل و حالات شکست که در تکنیک FMEA شناسایی شدند و در چند سال اخیر موجب بروز توقفات متعدد در شرکت ایران‌خودرو بودند با استفاده از تکنیک FAAO مورد بررسی قرار گرفته و استراتژی‌هایی جهت بازیابی مناسب از شکست ارائه شدند. در نهایت هم مدل مفهومی تحقیق با رویکرد مدل معادلات ساختاری مورد تصدیق قرار گرفت.

۳- بحث و نتایج

در گام اول اجرای FMEA کلیه حالات شکست که ممکن است در زنجیره تامین ایران‌خودرو اتفاق بیفتد از ادبیات تحقیق و نظرات خبرگان شناسایی شده است. ۱۲ نوع حالت شکست در این تحقیق مطابق با شکل شماره ۱ شناسایی شده‌اند. در گام دوم خبرگان تحقیق با تشکیل تیم FMEA به تجزیه و تحلیل حالات شکست، شدت شکست، احتمال وقوع شکست و قدرت تشخیص پرداختند و به شدت شکست، احتمال وقوع شکست و قدرت تشخیص از عدد ۱ الی ۱۰ امتیاز دادند. سپس از ضرب شدت شکست، احتمال وقوع شکست و قدرت تشخیص مقادیر RPN محاسبه شده است. نمودار پارتو مقادیر RPN در شکل شماره ۲ ارائه شده است.



شکل شماره (۲): نمودار پارتو مقادیر RPN در FMEA

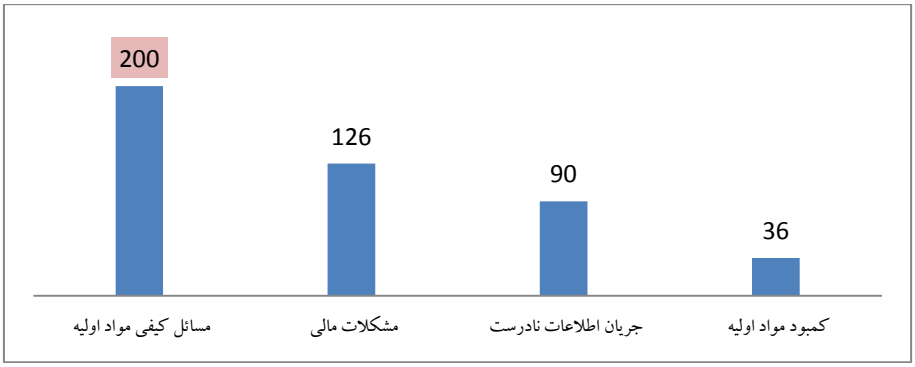
مطابق با قانون پارتو در بهینه‌سازی و اقدامات اصلاحی در FMEA و انتخاب ۲۰ الی ۳۰ درصد حالت شکست، چهار حالت شکست کمبود مواد اولیه، مسائل کیفی مواد اولیه، مشکلات مالی و جریان اطلاعات نادرست به عنوان خروجی‌های FMEA جهت انجام اقدامات انتخاب شده‌اند. با بررسی حالات شکست فوق توسط تیم FMEA، استراتژی‌های تاب‌آوری در شرکت ایران‌خودرو قبل از وقوع شکست مطابق با جدول شماره ۱ تعیین شده است:

جدول شماره (۱): استراتژی‌های منتخب تاب‌آوری قبل از وقوع شکست در شرکت ایران‌خودرو

حالات شکست	RPN	استراتژی
کمبود مواد اولیه	۱۹۲	۱- برنامه‌ریزی توسعه تامین‌کنندگان در حوزه‌های لجستیکی ۲- برنامه‌ریزی حمل و نقل موثر، منعطف و جایگزین ۳- استفاده از انبارهایی در مکان‌های نزدیک به چند تامین کننده ٤- برنامه‌ریزی برای توسعه تامین‌کنندگان جایگزین ٥- چابک کردن زنجیره تامین ٦- خرید طرح‌های ترافیکی و تاثیر روی مقررات ترافیکی ۷- ایجاد ساز و کارهای حمایتی جهت افزونگی ظرفیت تامین‌کنندگان ۸- طراحی سیستم تولید انعطاف پذیر برای تغییر سریع در برنامه تولید ۹- توسعه ارتباط موثر با تامین‌کنندگان در زمینه تامین و لجستیک ۱۰- استانداردسازی مواد و اجزاء ۱۱- ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری) ۱۲- توسعه میدان دید در کل زنجیره تامین بویژه تامین‌کنندگان
مسائل کیفی مواد اولیه	۱۶۸	۱- به کارگیری رویکردهای مدیریت و کنترل کیفیت موثر برای تامین‌کنندگان ۲- برنامه‌ریزی برای توسعه تامین‌کنندگان جایگزین ۳- ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری) ٤- توسعه ارتباط موثر با تامین‌کنندگان در زمینه کیفی ٥- استانداردسازی مواد و اجزاء
مشکلات مالی	۱۴۴	۱- همکاری با شرکت‌های بزرگ و مطرح خودروسازی دنیا ۲- کاهش قیمت جهت دستیابی به سهم رقبای داخلی و خارجی ۳- افزایش کارایی و مهندسی مجدد فرآیندها ٤- ایجاد مدل‌های متنوع فروش جهت جذب منابع مالی ٥- استقراض از بانک‌ها ٦- ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری)

جریان اطلاعات نادرست	۱۴۴	۱- برنامه‌ریزی توسعه تامین‌کنندگان در حوزه فناوری اطلاعات ۲- ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری) ۳- بازنگری در تسهیم و مدیریت اطلاعات دپارتمان‌های مختلف ٤- توسعه میدان دید در کل زنجیره تامین بویژه تامین‌کنندگان ٥- استانداردسازی مواد و اجزاء

در گام اول اجرای FAAO چهار حالت شکست کمبود مواد اولیه، مسائل کیفی مواد اولیه، مشکلات مالی و جریان اطلاعات نادرست که بالاترین مقدار RPN را در تکنیک FMEA داشته اند، به عنوان داده‌های ورودی FAAO انتخاب شدند. این ۴ حالت ریسک در ۵ سال اخیر بارها موجب توقف خطوط تولید ایران خودرو شدند. در گام دوم 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 ۳ ارائه شده است.



شکل شماره (۳): نمودار پارتو مقادیر RPN در FAAO

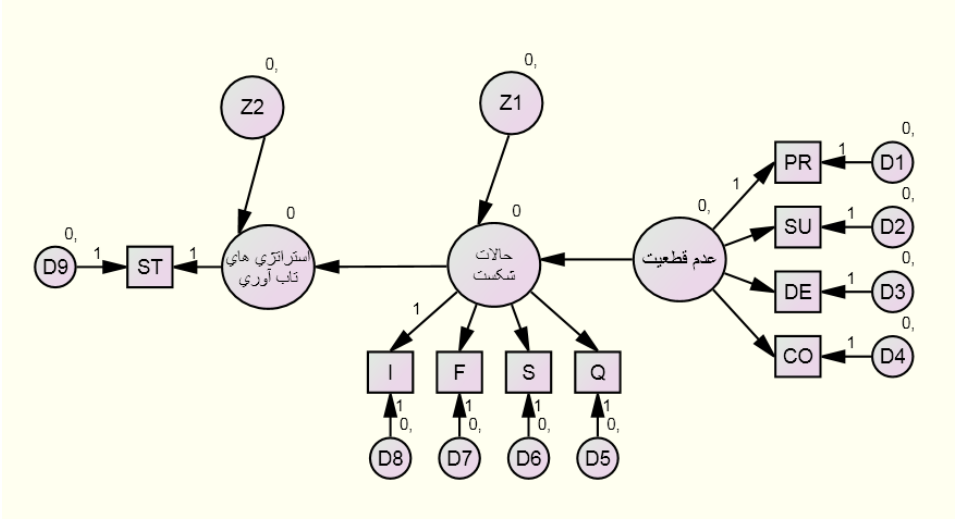
مطابق با قانون پارتو حالت شکست مسائل کیفی مواد اولیه به عنوان خروجی‌های FAAO جهت انجام اقدامات انتخاب شده است. با بررسی حالات شکست فوق توسط تیم FAAO، استراتژی‌های تاب‌آوری پس از وقوع شکست در شرکت ایران‌خودرو مطابق با جدول شماره ۲ تعیین شده است:

جدول شماره (۲): استراتژی‌های منتخب تاب‌آوری بعد از وقوع شکست در شرکت ایران‌خودرو

حالات شکست	RPN	استراتژی
مسائل کیفی مواد اولیه	۲۰۰	۱- افزایش تعداد دفعات ارزیابی تامین‌کنندگان پرریسک ۲- استفاده از تکنیک FAAO در حوزه کنترل کیفیت ۳- به کارگیری تکنیک SPC در فرآیندهای تولید تامین‌کنندگان پر ریسک ٤- ایجاد فایروال در محل تامین‌کننده و بخش مونتاژ قطعات پرریسک ٥- افزایش جریمه نقدی تامین‌کنندگان متناسب با میزان ضایعات ٦- شناسایی رهبر تیم برای هر نوع شکست و تعیین وظایف کلیه دپارتمان‌ها به صورت کاملا تخصصی در هنگام وقوع شکست

مدل مفهومی تاب‌آوری در زنجیره تامین با توجه به گستردگی ابعاد و متغیرهای مدل بعلاوه محدود شدن برخی حالات شکست در مدل مفهومی به علت انتخاب چند حالت شکست از بین همه حالات شکست در تکنیک‌های FMEA و FAAO

به دو مدل معادلات ساختاری تفکیک شده است که در هر مرحله مورد ارزیابی و تصدیق قرار می‌گیرد. در شکل شماره ۴ مدل اول معادلات ساختاری تحقیق حاضر که با استفاده از نرم‌افزار Amos طراحی شده است، ارائه شده است.



شکل شماره (۴): مدل معادلات ساختاری ۱ تاب‌آوری در فضای AMOS

پس از وارد کردن نتایج پرسشنامه در نرم‌افزار SPSS و اجرای مدل در نرم افزار AMOS، خروجی نرم افزار به صورت جدول شماره ۳ می باشد:

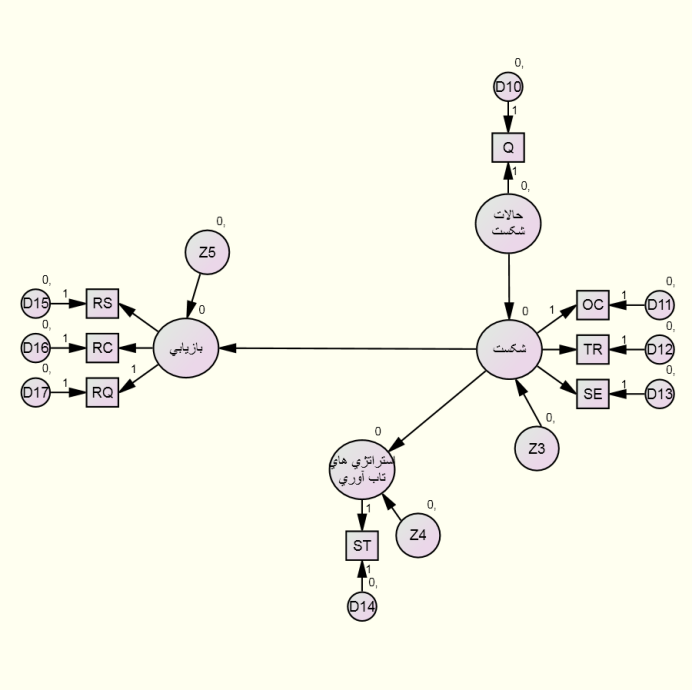
جدول شماره (۳): خروجی نرم افزار آموس– وزن های رگرسیون

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)			Estimate	P
حالات شکست	<---	عدم قطعیت	۰/۸۹۱	***
استراتژی‌های تاب‌آوری	<---	حالات شکست	۰/۹۵۷	***

*** نشان دهنده عدد ناچیز می باشد.

با توجه به جدول مذکور، مقدار برآورد شده برای تاثیر عدم قطعیت در زنجیره تامین ایران‌خودرو بر روی حالات شکست در زنجیره تامین ایران‌خودرو ۰/۸۹۱ بوده و در سطح اطمینان ۹۵ درصد (سطح خطای ۵ درصد) با توجه به مقدار P کمتر از ۵ درصد، این ارتباط مورد تایید قرار می گیرد. از طرفی دیگر مقدار برآورد شده برای تاثیر حالات شکست در زنجیره تامین ایران-خودرو بر روی استراتژی‌های تاب‌آوری ۰/۹۵۷ بوده و در سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به مقدار P این ارتباط مورد تایید قرار می گیرد.

در شکل شماره ۵ مدل دوم معادلات ساختاری تحقیق حاضر که با استفاده از نرم‌افزار Amos طراحی شده است، ارائه شده است و کلیه اجزای مدل مفهومی تحقیق در آن گنجانده شده است.



شکل شماره (۵): مدل معادلات ساختاری ۲ تاب‌آوری در فضای AMOS

پس از وارد کردن نتایج پرسشنامه در نرم‌افزار SPSS و اجرای مدل در نرم افزار AMOS، خروجی نرم افزار به صورت جدول شماره ۴ می باشد:

جدول شماره (۴): خروجی نرم افزار آموس– وزن های رگرسیون

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)			Estimate	P
شکست	<---	حالات شکست	۰/۸۸۱	۰
استراتژی‌های تاب‌آوری	<---	شکست	۰/۹۶۶	***
بازیابی	<---	شکست	۱/۰۱۳	***

با توجه به جدول مذکور، مقدار برآورد شده برای تاثیر حالت شکست مسائل کیفی مواد اولیه در زنجیره تامین ایران‌خودرو بر روی بروز شکست در زنجیره تامین ایران‌خودرو ۰/۸۸۱ بوده و در سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به مقدار P این ارتباط مورد تایید قرار می گیرد. همچنین مقدار برآورد شده برای تاثیر وقوع شکست در زنجیره تامین ایران‌خودرو بر روی اتخاذ استراتژی‌های تاب‌آوری ۰/۹۶۶ بوده و در سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به مقدار P این ارتباط مورد تایید قرار می گیرد. در نهایت مقدار برآورد شده برای تاثیر وقوع شکست در زنجیره تامین ایران‌خودرو بر روی بازیابی از شکست ۱/۰۱۳ بوده و در سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به مقدار P این ارتباط مورد تایید قرار می گیرد.

در این تحقیق به شناسایی عوامل شکست در شرکت ایران‌خودرو پرداخته شده است و استراتژی‌هایی جهت برگشتن شرکت به حالت قبل از شکست یا مطلوب‌تر از آن پیشنهاد شده است. برای تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری قبل از وقوع شکست از تکنیک پیشگیرانه FMEA استفاده شده است و برای تعیین استراتژی‌های تاب‌آوری بعد از وقوع شکست، تکنیک FAAO مورد استفاده قرار گرفته است و خبرگان تحقیق که از واحدهای برنامه‌ریزی و لجستیک شرکت ساپکو به عنوان تامین‌کننده قطعات بوده‌اند در قالب تشکیل تیم به پرسشنامه تحقیق پاسخ دادند. در نهایت تعداد ۲۱ استراتژی تاب‌آوری برای قبل از وقوع شکست و تعداد ۶ استراتژی برای بعد از وقوع شکست تعیین شد و مدل مفهومی جامع برای تاب‌آوری در زنجیره تامین ایران‌خودرو مورد

تایید قرار گرفت. در تحقیق انجام شده به وسیله (Carvalho, 2012) که نزدیک‌ترین تحقیق از نظر شباهت به تحقیق حاضر می‌باشد عوامل تامین‌کنندگان 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 ناصحیح 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 تامین‌کنندگان ۲- قرارداد با تامین‌کنندگان برای افزونگی ظرفیت ۳- تامین 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 ۱۳- فرهنگ مدیریت ریسک زنجیره تامین ۱۴- توسعه همکاری در زنجیره تامین برای کمک به کاهش ریسک ۱۵- حمل و نقل منعطف و ۱۶- مدیریت مبتنی بر تقاضا به عنوان استراتژی‌های تاب‌آوری معرفی شدند. برخی از این استراتژی‌های دقیقاً استراتژی‌های منتخب تحقیق حاضر هم بوده‌اند و استراتژی‌های دیگری هم به صورت کلی و عمومی معرفی شده‌اند. پارامترهای تاب‌آوری تحقیق کاروالهو نیز شامل ۱- زمان بازیابی ۳- آستانه تحمل و ۳- شدت شکست بوده است (Carvalho, 2012). اما در تحقیق حاضر علاوه بر ۳ پارامتر تاب‌آوری فوق پارامترهای کیفیت بازیابی، هزینه بازیابی و احتمال وقوع شکست نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌های این تحقیق حاکی از آن است که 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 تامین‌کنندگان در حوزه‌های لجستیکی و افزایش ارتباط موثر با آنها در حوزه‌های تامین و لجستیک به علاوه برنامه‌ریزی حمل و نقل موثر، منعطف و جایگزین باید صورت گیرد. در نزدیک چند تامین‌کننده انبارهایی جهت انبارش موقت کالاهای مهم و بحرانی ایجاد شود و برنامه‌ریزی جهت افزونگی ظرفیت تامین‌کنندگان انجام شود. همچنین میدان دید در زنجیره تامین به ویژه تامین‌کنندگان افزایش یابد. تامین‌کنندگان جایگزین و پشتیبان انتخاب و توسعه یابند و طراحی سیستم تولید انعطاف‌پذیر برای تغییر سریع در برنامه تولید در شرکت ایران‌خودرو انجام شود. بعلاوه کلیه اجزا و مواد استاندارد شده و تلاش شود تا کل زنجیره تامین چابک شود. در مورد سیستم حمل و نقل هم می‌توان با خرید طرح‌های ترافیکی و یا حتی تاثیرگذاری 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 دپارتمان مدیریت ریسک یا دپارتمان تاب‌آوری در ایران‌خودرو باید ایجاد شود. 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. 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 تامین-کنندگان و توسعه ارتباط موثر با آنها در زمینه کیفی، برنامه‌ریزی برای توسعه تامین‌کنندگان جایگزین، استانداردسازی مواد و اجزاء، ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک (دپارتمان تاب‌آوری) و تعیین رهبر تیم برای هر نوع شکست و مشخص کردن وظایف کلیه دپارتمان‌ها به صورت کاملا تخصصی در هنگام وقوع شکست باید انجام شود. همانگونه 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 ایران-خودرو می‌توانند همکاری با شرکت‌های بزرگ و مطرح خودروسازی 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. بعلاوه ایجاد مدل‌های متنوع در فروش و استقراض از بانک‌ها می‌تواند افزایش نقدینگی این شرکت را موجب شود. به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی باید مهندسی مجدد فرآیندها انجام شود. همانند سایر حالات شکست ایجاد دپارتمان مدیریت ریسک و شناسایی رهبر تیم برای هر نوع شکست و تعیین وظایف کلیه دپارتمان‌ها به صورت کاملا تخصصی در هنگام وقوع شکست می‌تواند به کاهش احتمال وقوع شکست و افزایش سرعت بازیابی کمک نماید. جریان نادرست اطلاعات در بخش‌های مختلف شرکت مانند تامین، دریافت کالا و تولید ممکن است سبب بروز شکست‌های مکرر در تولید ایران‌خودرو شود.

به منظور کاهش ریسک ایجاد این شکست‌ها، باید توسعه تامین‌کنندگان در حوزه فناوری اطلاعات انجام شود. میدان دید در کل زنجیره تامین به ویژه تامین‌کنندگان 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 منظور تاب‌آور ساختن شرکت ایران‌خودرو نسبت به حالت شکست مسائل کیفی مواد اولیه که مکرراً اتفاق می‌افتد و بازیابی شکست به حالت قبل یا مطلوب‌تر از آن، باید استراتژی‌های متعددی اتخاذ گردد. لذا تامین‌کنندگانی که از نظر مسائل کیفی پرریسک هستند باید در فواصل زمانی کمتری مورد ارزیابی دوره‌ای قرار گرفته و در صورت عدم بهبود، از لیست تامین‌کنندگان حذف شده و تامین‌کنندگان جدید با رعایت مسائل کیفی جایگزین آنها شوند. استفاده از تکنیک FAAO که در این تحقیق به آن پرداخته شده است می‌تواند در حل مشکلات کیفی موثر باشد. همچنین استفاده از تکنیک کنترل فرآیند آماری (SPC) می‌تواند فرآیندها و محصولات پرریسک را تحت کنترل گرفته و به تدریج بهبود کیفیت ایجاد کند. به منظور جلوگیری از مونتاژ قطعات کیفیت پایین نیز می‌توان در ایستگاه‌های مختلف مانند مکان تامین‌کننده 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 تامین‌کنندگان متناسب با میزان ضایعات تولید شده توسط آنها تشدید یابد.

در این تحقیق مدل مفهومی جامعی از تاب‌آوری زنجیره تامین ایران خودرو مورد تایید قرار گرفت که از مرحله آشفتگی و عدم قطعیت شروع شده و تا بازیابی از شکست ادامه می‌یابد. در این مدل مفهومی 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 تامین و انبار ۱۰- مشکلات حمل و نقل ۱۱- مشکلات مالی و ۱۲- کاهش تقاضا، پتانسیل توقف خطوط تولید ایران‌خودرو را داشته‌اند. اما این حالات شکست صرفاً مختص صنعت خودروسازی کشور و یا شرکت ایران‌خودرو نیست بلکه می تواند در هر صنعتی ریسک شکست ایجاد نماید و لذا شایسته توجه بسیاری است. در این مدل مفهومی شش پارامتر تاب‌آوری ۱- شدت شکست ۲- احتمال وقوع شکست ۳- آستانه تحمل نسبت به شکست ۴- سرعت (زمان) بازیابی ۵- کیفیت بازیابی و ۶- هزینه بازیابی مشخص شده‌اند که تبیین کننده تاب‌آوری در شرکت ایران‌خودرو و همچنین صنایع مختلف دیگر می‌باشد. بعلاوه استراتژی‌های حاصل شده از تکنیک‌های FMEA و FAAO نیز در این مدل وجود داشته و کل مدل نیز مورد ارزیابی و تایید قرار گرفته است.این مدل می‌تواند علاوه بر صنعت خودروسازی کشور، صنایع دیگر تولیدی و خدماتی کشور را نیز شامل گردد و نقشه راه جلوگیری از بروز شکست، بازیابی از وقوع شکست و به صورت کلی افزایش تاب‌آوری سازمان‌ها نسبت به انواع مختلف رخدادهای شکست شود.

٤- منابع

1. 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.
2. Azadeh, A., Meydani, N. S., and 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

6. Cardoso, S. S., Barbosa-Povoa, A. P., Relvas, S., & Novais, A. Q. (2015). Resilience metrics in the assessment of complex supply-chains performance operating under demand uncertainty. *Omega 56*, 53–73.
7. Carvalho, H. (2012). *Modelling resilience in supply chain*. Faculdade de Ciências e Tecnologia and Universidade Nova de Lisboa.
8. Carvalho, H., Barroso, A. P., Machado, V. H., Azevedo, S. G., & Cruz -Machado, V. (2012a). Supply chain redesign for resilience using simulation. *Computers & Industrial Engineering*, 62(1).
9. Carvalho, H., Tavares, J. G., & Cruz-Machado, V. (2012b). A mapping framework for assessing Supply Chain resilience. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 12(3), 354–373.
10. Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2011). *Integrating Lean, Agile, Resilience and Green Paradigms in Supply Chain Management (LARG_SCM).* INTECH Open Access Publisher.
11. Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the Resilient Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–14.
12. 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.
13. Falasca, M., Zobel, C.W., & Cook, D., (2008). A decision support framework to assess supply chain resilience. The Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference, Washington, DC, USA, pp. 596–605.
14. 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, 397.
15. Klibi W., & Martel A. (2012). Modeling approaches for the design of resilient supply networks under disruptions. *International Journal of Production Economics*, 135, 882–98.
16. Kleindorfer, P. R., & Saad, G. H. (2005). Managing Disruption Risks in Supply Chains. *Production and Operations Management*, 14(1), 53–68.
17. 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.
18. 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.
19. Mensah, P., & Merkuryev, Y. (2014). Developing a resilient supply chain. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 110, 309-319.
20. Mitchell, G., & McDonald, A. (2015). Developing resilience to England's future droughts: Time for cap and trade?. *Journal of Environmental Management*, 149, 97-107.
21. Narasimhan, R., & Talluri, S. (2009). Perspectives on risk management in supply chains. Journal of Operation Management. 27(2),114–118.
22. 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.
23. Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), 124–143.
24. Rajesh, R. (2016). Forecasting supply chain resilience performance using grey prediction. *Electronic Commerce Research and Applications 20*, 42–58.
25. Rice, J. B., & Caniato, F. (2003). Building a secure and resilient supply network. *Supply Chain Management Review*, 7(7), 22–30.
26. Sheffi, Y., & Rice, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *Sloan Management Review*, 47(1), 41–48.
27. 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
28. Soni, U., Jain, V., & Kumar, S. (2014). Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach. *Computers & Industrial Engineering*, 74, 11–25.

29. 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.
30. 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.
31. Zsidisin, George A., & Wagner, S. M. (2010). Do Perceptions Become Reality? The Moderating Role of Supply Chain Resiliency on Disruption Occurrence. *Journal of Business Logistics*, 31(2), 1–20.