

طراحی مدل تاب‌آوری زنجیره‌تأمین صنعت دارو در شرایط بحران با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM)

عادل آذر^۱، امیر خرمی*^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶

چکیده

امروزه با پیچیده‌تر شدن زنجیره‌های تأمین با وجود سطح بالایی از عدم اطمینان ناشی از اختلالات، رفتارهای آشفته، چالش‌ها و تهدیدات، مدیریت آن به یک وظیفه‌ی چالش برانگیز تبدیل شده است. هرچند یک زنجیره‌ی تأمین به خوبی ساخت یافته از کارایی عملیاتی بالا برخوردار می‌باشد، ریسک‌های موجود، همچنان یک نگرانی محسوب شده و نباید از آن غفلت نمود چرا که در بازارهای متلاطم و نامطمئن امروز، آسیب‌پذیری زنجیره‌ی تأمین به یک مسئله‌ی حائز اهمیت برای بسیاری از شرکت‌ها بدل شده است. تاب‌آوری زنجیره‌تأمین مبحثی است که پاسخگوی ریسک‌های بسیار زیاد زنجیره می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش ارائه مدلی از تعاملات عوامل تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو می‌باشد. در این مقاله، با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط متقابل متغیرهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو ارائه شده است. با مطالعه کتابخانه‌ای و ادبیات موضوع متغیرهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره‌تأمین استخراج و با استفاده از نظر خبرگان متغیرهای نهایی وارد مدل شدند. این متغیرها در سطوح مختلف و با توجه به قدرت و وابستگی آن‌ها طبقه‌بندی و سطح‌بندی شده‌اند و جهت تست و تایید مدل از تحلیل میک‌مک و تکنیک دیمتل استفاده شده است. ISM روشی را ارائه می‌کند که توسط آن نظم را می‌توان بر پیچیدگی چنین متغیرهایی تحمیل کرد. این بینش از مدل به مدیران زنجیره‌تأمین در برنامه‌ریزی استراتژیک برای تاب‌آوری زنجیره‌تأمین و بهبود آن کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: زنجیره‌تأمین دارو، زنجیره‌تأمین تاب‌آور، مدلسازی ساختاری-تفسیری (ISM)، تحلیل میک‌مک، دیمتل.

طبقه‌بندی JEL: L65، D85، L14، C61.

^۱ استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

^۲ دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. (نویسنده مسئول):

مقدمه

هدف زنجیره‌تأمین ارائه محصول مناسب، در تعداد و شرایط درست و در زمان و مکان دقیق و با هزینه‌ای مناسب می‌باشد. از آنجا که نیازمندی‌های مشتریان به طور مداوم در حال تغییر است زنجیره‌تأمین باید خود را با این تغییرات سازگار کند تا بتواند پاسخ مناسبی به این تغییرات و نیازمندی‌ها بدهد. (آزیویدو و کاروالهوا، ۲۰۱۰). در محیطی که شرکت‌های زنجیره‌تأمین همواره با اختلالات رو به افزایش مواجه شده و در رابطه با حفظ عملیات‌های خود با چالش‌هایی دست و پنجه نرم کرده‌اند؛ توانایی‌های متعددی شناسایی شده‌اند که به شرکتها کمک کرده تا به طور مؤثر بر این موقعیت‌ها فایز آیند. این توانایی‌ها اغلب به عنوان توانایی‌های پویایی شناخته شده‌اند که به منظور برآوردن مؤثر نیازهای مشتریان به شرایط پویای محیطی پاسخ دهند (تیس، ۲۰۰۷). تاب‌آوری به عنوان یک توانایی پویا پنداشته می‌شود که می‌تواند به یک شرکت کمک کند تا در صورت وقوع یک اختلال، عملیات‌های خود را حفظ کند (براندون جونز و همکاران، ۲۰۱۴). تاب‌آوری به عنوان روشی برای مواجهه با بی‌ثباتی و آشفتگی است و به معنی توانایی سیستم برای بازگشت وضعیت اولیه یا مطلوب‌تر از گذشته پس از بروز اختلال است و ریشه آن در نظریه‌های روان‌شناسی و اجتماعی بوده و موضوعی نوظهور در رشته مدیریت ریسک و زنجیره‌تأمین می‌باشد (پانومارو و هکلوم، ۲۰۰۹).

زنجیره‌تأمین تاب‌آور ممکن است که کم هزینه‌ترین زنجیره‌تأمین نباشد، اما قادر به غلبه بر عدم اطمینان‌ها و اختلالات در محیط کسب و کار است. مزیت رقابتی زنجیره‌تأمین تنها به هزینه‌های پایین، کیفیت بالا، کاهش زمان تاخیر و سطح بالای خدمات بستگی ندارد بلکه به توانایی زنجیره‌تأمین در اجتناب از فجایع و غلبه بر شرایط بحرانی دارد و این همان تاب‌آوری زنجیره‌تأمین است (آزیویدو و همکاران، ۲۰۱۲). موضوع مدیریت زنجیره‌تأمین در حوزه سلامت نیز از اهمیت استراتژیک برخوردار است. تهدیدات بالقوه زیادی این صنعت را تهدید می‌کند. در این زنجیره‌تأمین، صنعت باید به گونه‌ای باشد که داروی مناسب، در زمان مناسب، به فرد مناسب و با شرایط مناسب، ارائه شود. صنعت داروسازی یکی از سریع‌ترین بخش‌های در حال رشد در اقتصاد کلان بوده به علاوه این زنجیره‌تأمین به دلیل ماهیت مهم و حساس خود، با چالش‌های بسیاری مواجه است. نظم و شرایط مناسب، تعیین کننده ارزش داروهاست. از این رو، وجود یک زنجیره‌تأمین دقیق برای صنعت دارو الزامی است، به طوری که اطمینان زیر صد در صد در مورد هر گونه فعالیتی به طور مستقیم سطح خدمات به مشتریان را از نظر بهداشتی و ایمنی به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۶).

در این پژوهش با توجه به اهمیت زنجیره‌تأمین در صنعت دارو به شناسایی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در این صنعت پرداخته و با استفاده از تکنیک مدلسازی ساختاری تفسیری به ارائه نقشه‌ای از مفاهیم و روابط بین عناصر، مفاهیم و یا ابعاد مختلف با سطوح مختلف دست یافت. در ادامه پس از بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش، روش پژوهش و یافته‌های تحقیق به بحث و نتیجه‌گیری از یافته‌ها می‌پردازیم.

¹ Azevedo & Carvalho

² Teece

³ Azevedo et al

⁴ Zheng et al

مبانی نظری پژوهش

زنجیره‌تأمین شامل مجموعه‌ای از افراد، فرایندها، منابع و اطلاعات که مسئول تبدیل مواد اولیه به محصولات و تحویل آن‌ها به مشتریان هستند. یک زنجیره‌تأمین نوعاً مراحل مختلفی دارد که این مراحل شامل مشتریان، خرده‌فروشان، عمده‌فروشان، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان مواد اولیه و قطعات است. هر مرحله در یک زنجیره‌تأمین از طریق جریان کالاها، اطلاعات و مالی به مراحل دیگر متصل است. این جریان‌ها اغلب در هر دو جهت اتفاق می‌افتد (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین شامل فعالیت‌های تدارکاتی، عملیات تولیدی، بازاریابی، فروش، طراحی محصول، مالی و تکنولوژی اطلاعات می‌باشد (شاه^۱، ۲۰۰۵).

مدیریت زنجیره‌تأمین فلسفه کسب و کار است که می‌تواند شرکتهای جدا از هم به منظور دستیابی به سطوح بالاتر و بهره‌وری و سود محقق نماید (هوگوس^۲، ۲۰۱۸). به عبارت دیگر مدیریت زنجیره‌تأمین شامل برنامه‌ریزی یکپارچه، هماهنگی و کنترل تمام فرایندهای تدارکات کسب و کار و فعالیت در زنجیره‌تأمین جهت ارائه برترین ارزش به مصرف‌کننده با کمترین هزینه تحمیل شده به زنجیره‌تأمین، به‌عنوان یک کل می‌باشد. در حالیکه این فعالیت‌ها رضایت دیگر ذینفعان را نیز بدنبال داشته باشد (آرنت^۳، ۲۰۰۸).

زنجیره‌تأمین دارو مسیری است که از طریق آن محصولات دارویی با کیفیت مناسب، در زمان و مکان درست به مصرف‌کننده نهایی می‌رسد (انیدا و همکاران^۴، ۲۰۱۰) مانند سایر صنایع، زنجیره‌تأمین در صنعت داروسازی نیز با انتخاب منابع برای تأمین مواد اولیه مورد نیاز تولید آغاز می‌گردد. ماده مؤثره همراه با دیگر مواد غیرفعال برای فرمولاسیون و تولید اشکال دارویی استاندارد مختلف برنامه‌ریزی می‌شوند و در نهایت با انجام آزمون‌های کنترل کیفیت و بسته‌بندی اولیه و ثانویه در انبار نگهداری می‌شوند و براساس برنامه از پیش تعیین شده، محصولات نهایی از شرکت تولیدکننده به انبار شرکت‌های توزیع‌کننده منتقل می‌گردند. شرکت‌های توزیع دارو براساس سفارشات داروخانه‌های شهری و بیمارستانی، محصول را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند و از طریق داروخانه‌ها محصولات دارویی در اختیار مصرف‌کنندگان نهایی قرار می‌گیرد. در مقابل جریان مواد و محصول، جریان اطلاعات و منابع مالی از طریق کانال‌های مختلف از مصرف‌کنندگان نهایی به تولیدکنندگان می‌رسد (شاه^۱، ۲۰۰۴). از آنجا که توزیع دارو به دلیل حیاتی بودن و اهمیت ایمنی آن، زیر نظر سازمان‌های بهداشت جهانی، منطقه‌ای و یا ملی است، توزیع آن نیز، تنها از طریق سازمان‌های توزیع دارویی مجاز است. بنابراین چنین حجم عظیمی از کالا و پول به کانال توزیع دارو تزریق می‌شود. این حجم عظیم کالا و سرمایه سازمان‌های توزیع را بر آن می‌دارد تا فعالیت‌های خود را در قالب راهبردهای مدون و با کمترین میزان خطا و همچنین کمترین هزینه ممکن ساماندهی کنند (نارایارانا و همکاران^۵، ۲۰۱۴). از سوی دیگر رقابت بسیار زیاد و محیط نامطمئنی که تهدیدات بالقوه زیادی این صنعت را تهدید می‌کند. این صنعت دارای یک زنجیره‌تأمین بسیار حساس که به واسطه نوآوری‌های فن‌آوری و

¹ Shah

² Hugos

³ Arndt

⁴ Enyinda et al

⁵ Narayana et al

نیازهای در حال تغییر مشتریان شدت پیدا کرده است. در چنین محیطی باید رویکردهای مناسبی را در نظر گرفت.

کاهش زمان رسیدن محصول به بازار، بهره‌وری، نوآوری، کاهش چرخه عمر محصولات دارویی، مقررات دولتی، کاهش دوره ثبت اختراع اختصاصی، ایجاد انعطاف پذیری در تولید و افزایش هزینه‌ها از مهمترین مشکلاتی است که فراروی صنعت داروسازی است (رحیمیان و رجب زاده قطرمی، ۱۳۹۶).

در شرایط بحرانی، کمبود شدید مواد اولیه در طول زنجیره تأمین به دلیل تقاضای بالای اجزای زنجیره و وجود ریسک‌ها و اختلالات در طول زنجیره، و از طرفی پیچیدگی تعامل بین اعضای زنجیره تأمین مانند نهادهای دولتی، گروه‌های خرید مراقبت‌های سلامت، ارائه‌دهندگان خدمات درمانی و شرکت‌های تولید کننده نیز باعث گشته‌اند تا توجه به مدیریت مؤثر زنجیره تأمین در نظام سلامت پر رنگ‌تر شود (پیتا و لاریک، ۲۰۰۴). صنعت داروسازی به عنوان یکی از عوامل اصلی بخش بهداشت و درمان، در اهداف توسعه هزاره سازمان ملل متحد تعیین شده است. از اینرو، مدیریت مؤثر زنجیره تأمین دارویی برای نظام سلامت بسیار مهم است. صنعت داروسازی را می‌توان به‌عنوان یک سامانه از روش‌ها، عملیات‌ها و سازمان‌های درگیر در کشف، توسعه، تولید و توزیع داروها تعریف نمود. زنجیره تأمین دارو نشان‌دهنده مسیری است که از طریق آن محصولات دارویی با کیفیت مناسب، در مکان مناسب و در زمان مناسب به مصرف کننده نهایی می‌رسند (پیتا و لاریک، ۲۰۰۴).

محققان صنعت و دانشگاه براین باورند که محصولات دارویی با دیگر کالاها به دلیل هزینه‌های بالا و مدت زمان طولانی برای تحقیق و توسعه و در دسترس نبودن پیامدهای مصرف این محصولات، متفاوت هستند (نایارانا و همکاران، ۲۰۱۴) دیگر عواملی که به نظر می‌رسد باعث متمایز شدن این زنجیره تأمین می‌شود شامل: بهره‌وری تحقیق و توسعه (نوآوری)، چرخه عمر کوتاه داروها، مقررات دولتی، کاهش دوره پتنت دارو، سطح بالای مقررات در تولید، ذخیره، توزیع و مصرف محصول و پیچیدگی محصولات این زنجیره تأمین می‌باشد (مهرعلیان و همکاران، ۲۰۱۲).

اختلالات جزئی و کلی در زنجیره تأمین واقعی غیرقابل انکار است که مفهوم جدیدی به نام "تاب‌آوری" را در زنجیره تأمین وارد کرده است. تعریف موجود در دیکشنری از واژه‌ی تاب‌آوری بیان می‌دارد که تاب‌آوری عبارتست از توانایی یک ماده برای بازگشت به شکل اولیه خود پس از خم شدن، کشیده شدن یا تحت فشار قرار گرفتن می‌باشد (دیکشنری آکسفورد ادونس لرنرز، ۲۰۱۳). این مفهوم با دیدگاه مدیریت زنجیره تأمین سازگاری داشت و این گونه تعریف می‌شود که: تاب‌آوری به توانایی یک سیستم برای برگشت به حالت اولیه و یا یک موقعیت جدید و مطلوب‌تر بعد از وقوع اختلال دلالت دارد (کریستوفر و پیک، ۲۰۰۴). تاب‌آوری، توانایی زنجیره تأمین برای غلبه بر حوادث غیرقابل پیش‌بینی است. هدف از ایجاد تاب‌آوری در زنجیره تأمین، جلوگیری از حرکت آن به سمت شرایط نامطلوب است. همچنین تعریف جامع دیگری از تاب‌آوری عبارت است از شناسایی منابع بالقوه ریسک پیاده‌سازی‌های مناسب از طریق یک

¹ Pitta & Laric

² Narayana et al

³ Oxford Advanced Learners's Dictionary

رویکرد هماهنگ در میان اعضای زنجیره‌تأمین به منظور کاهش آسیب پذیری زنجیره‌تأمین (برایتون و همکاران، ۲۰۰۰).

پیشینه پژوهش

بازار رقابت امروزی درگیر سطوح بالایی از تغییر پذیری و عدم اطمینان است که این موضوع زنجیره‌تأمین را آسیب‌پذیرتر کرده و منجر به ایجاد ریسک بیشتری شده است. از طرف دیگر مساله جهانی شدن، چرخه‌های عمر کوتاه و افزایش نیازمندی مشتریان باعث شده است تا اثرات نامطلوبی بر زنجیره‌تأمین وارد شود. در سال‌های اخیر با بروز حوادث گوناگون موضوع آسیب‌پذیری و اختلال در زنجیره‌تأمین توجه بسیاری را به خود جلب نموده است. مدیران سازمان‌ها به این مهم دست یافته‌اند که زنجیره‌تأمین را باید به گونه‌ای مدیریت نمود که نسبت به تغییرات پاسخگو باشد (گوناکاران و همکاران، ۲۰۱۱). امروزه اگر چه مفهوم تاب‌آوری زنجیره‌تأمین به طور فزاینده‌ای برای محققان و مدیران محبوب می‌باشد، اما هنوز هم اصطلاح و مفهوم آن برای ایجاد یک زنجیره‌تأمین تاب‌آور، مبهم و فاقد درک کافی است. به خصوص در حال حاضر تعریف پایه‌ای، یکدست و مورد پذیرش عمومی از تاب‌آوری زنجیره‌تأمین وجود ندارد و مفاهیم متفاوتی از طریق مشوق‌ها، ویژگی‌ها، قابلیت‌ها، عناصر و تقویت‌کننده‌ها ایجاد شده است.

اولین گام برای توضیح تاب‌آوری در بستر زنجیره‌تأمین، توسط رایس و کانیا^۲ در سال ۲۰۰۳ برداشته شد: توانایی واکنش به یک اختلال غیر منتظره مانند اثر یک حمله تروریستی و یا یک فاجعه طبیعی و همچنین بازبایی به عملیات طبیعی. در مرحله بعد، کریستوفر و پیک در سال ۲۰۰۴ و همچنین شفی و رایس^۳ در سال ۲۰۰۵ مفاهیم مختصر و مربوط به تعاریف تاب‌آوری زنجیره‌تأمین را ارائه کردند. شاید به لحاظ نظری جامع‌ترین تعریف تاب‌آوری زنجیره‌تأمین از پاناماروف و هولکمب^۴ در سال ۲۰۰۹ است. آنها تاب‌آوری زنجیره‌تأمین را به عنوان "قابلیت انطباقی زنجیره‌تأمین برای آمادگی جهت حوادث غیر مترقبه، پاسخ به اختلالات و بهبود آنها با حفظ تداوم عملیات در سطح مطلوب ارتباطات و کنترل بر ساختار و عملکرد" توصیف کردند. از دیگر سو، در حالی که مدیریت ریسک زنجیره‌تأمین در درجه اول به شناسایی ریسک و مدیریت آن می‌پردازد، بعضی از نشریات به تاب‌آوری زنجیره‌تأمین و اهمیت آن در تحقیقات مدیریت ریسک زنجیره‌تأمین پرداخته‌اند. گروچ و همکارانش^۵ در سال ۲۰۱۳ مطرح کردند که مدیریت ریسک زنجیره‌تأمین هدف خاصی مبنی بر ایجاد و حفظ زنجیره‌تأمین تاب‌آور دارد. براساس این فرض ثابت شد که همه ریسک‌های بالقوه قابل اجتناب نیستند و تاب‌آوری زنجیره‌تأمین شامل توانایی آمادگی پاسخگویی به اختلالات پیش‌بینی نشده و برون رفت از آنها به‌طور سریعتر از رقباست. هندریکس و سینگال^۶ در سال ۲۰۰۵ نشان دادند سازمان‌هایی که اغلب در مقابل ریسک به سرعت واکنش نشان نمی‌دهند و بهبود پیدا نمی‌کنند، به شدت دچار عواقب منفی آن می‌گردند. از این رو برخی از مطالعات نشان می‌دهد که تاب‌آوری زنجیره‌تأمین می‌تواند یک مزیت رقابتی پایدار با تداوم سازگاری و توسعه قابلیت‌های مورد نیاز، یک

1 Bratton et al
2 Rice & Caniato
3 Sheffi & Rice
4 Ponomarov & Holcomb

5 Grötsch et al
6 Hendricks & Singhal

زنجیره تأمین تاب آورتر را ایجاد کند. شفی و رایس در سال ۲۰۰۵ ثابت کردند که توجه به تاب آوری زنجیره تأمین، به عنوان بخشی از نقش راهبردی سازمان در جریان بی وقفه مواد و محصولات خود برای رقابت پذیری و موفقیت سازمانی، بسیار مهم است. با این وجود، با توجه به توسعه تعاریف تاب آوری زنجیره تأمین در طول زمان، بیشتر گزاره‌ها تنها اندکی تغییر، با اشاره به تعاریف قبلی و یا ناشی از ارائه تئوری‌ها دارند و تقریباً همه آنها وجوه مشترکی را دنبال می‌کنند.

در مقاله منچری^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۹ با هدف تحلیل تاثیر سیاست‌های چین بر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و اثرات سیاست‌های چین بر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. قوانین تجارت بین‌الملل، سرمایه‌گذاری‌های جدید و استخراج غیر قانونی به عنوان مکانیسم‌های محرک تاب آوری شناخته می‌گردند. هدف از این مطالعه بررسی سیاست‌های انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین چین و اثرات آن بر تاب آوری زنجیره تأمین است (منچری و همکاران، ۲۰۱۹).

جعفرنژاد و همکاران در سال ۲۰۱۹ به ارائه پژوهشی با عنوان تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت تجهیزات پزشکی پرداختند. هدف این پژوهش یافتن عوامل کلیدی موثر بر انعطاف‌پذیری و تاب آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی که نقش حیاتی در عملکرد سیستم سلامت در سطح ملی دارد و در نهایت روابط پویای این عوامل را مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار داده و با استفاده از روش دلفی ۱۰ عامل به عنوان عوامل کلیدی تاب آوری زنجیره تأمین شناسایی و سپس با استفاده از روش پویایی سیستم، روابط عوامل شناسایی شده را مورد تحلیل قرار داده‌اند (جعفرنژاد و همکاران، ۲۰۱۹).

استون و رحیمی فرد (۲۰۱۸) به تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت غذا که یکی از زنجیره تأمین‌های پر اهمیت و پرنوسانی می‌باشد، پرداختند. هدف از انجام این پژوهش یک مرور نظام‌مند تا جهت مشخص شدن ابعاد، ویژگی‌ها و ارائه چارچوبی جدید از تاب آوری زنجیره تأمین می‌باشد. در نهایت به ارائه فاکتورهایی جهت بالا بردن انعطاف‌پذیری و تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت غذا از منظر علوم اجتماعی، زیست محیطی و مدیریت سیستم که چالش‌های تغییر آب و هوا، رشد جمعیت و محدودیت منابع در نظر گرفته است، پرداخت (استون و رحیمی فرد، ۲۰۱۸).

رستم زاده و همکاران^۲ در سال ۲۰۱۸ در تحقیقی باهدف ارزشیابی مدیریت ریسک زنجیره تأمین پایدار به بررسی شکل‌گیری و توسعه زنجیره تأمین پایدار پرداختند. آنها به منظور مطالعه میدانی، به بررسی صنعت نفت ایران پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که ابعاد زنجیره تأمین در این سازمان عبارتست از: ریسک‌های محیطی، ریسک‌های IT، ریسک‌های پایداری زنجیره و ریسک‌های سازمانی. آنها پس از انجام محاسبات فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره فازی بیان نمودند که زنجیره تأمین پایدار را به عنوان ایجاد زنجیره‌های تأمین هماهنگ شده از طریق یکپارچگی ملاحظات محیطی و اقتصادی با سیستم‌های کلیدی سازمانی، تعریف می‌نماید. در "زنجیره تأمین پایدار" مدیریت سرمایه، اطلاعات و جریان‌های مواد با تولید، تهیه و توزیع خدمات و محصولات، به طور موثر و کارآمد در ارتباط با ذینفعان همکاری می‌کنند (رستم‌زاده و همکاران، ۲۰۱۸).

¹ Mencheri

² Rostamzadeh et al

با توجه به تحقیقات سنز و همکارانش^۱ در سال ۲۰۱۵ و تاکاماهابوا و همکارانش^۲ در سال ۲۰۱۵ شکاف تحقیقاتی مبنی بر وجود تحقیقاتی برای ارائه شاخص و یا مدلی برای سنجش میزان تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در ادبیات موضوع وجود دارد. تعیین میزان تاب‌آوری به سازمان‌ها کمک خواهد کرد تا اثربخشی راهبردهای مختلف کاهش ریسک خود را ارزیابی کنند و مدیران بتوانند زنجیره‌تأمین‌های مختلف را مقایسه کرده و تأمین‌کننده‌های تاب‌آورتری را انتخاب کنند.

راجش و راوی^۳ (۲۰۱۵) با استفاده از متدولوژی خاکستری، مدلی برای انتخاب تأمین‌کننده و به منظور توسعه تاب‌آوری زنجیره‌تأمین ایجاد کردند. آنها یک زنجیره‌تأمین الکترونیکی با شش تأمین‌کننده جایگزین را به عنوان یک مطالعه موردی در نظر گرفته و با محاسبه ارزش‌های احتمالی خاکستری^۴ برای انتخاب تأمین‌کنندگان، آنها را اولویت‌بندی کردند. آنها ویژگی‌هایی را برای یک تأمین‌کننده تاب‌آور در نظر گرفتند که شامل: کیفیت، هزینه، انعطاف‌پذیری، سرعت، شفافیت، آسیب‌پذیری، همکاری، آگاهی از ریسک، دوام، تکنولوژی، تحقیق و توسعه، امنیت و نگرانی‌های محیطی بود (راجش و راوی، ۲۰۱۵).

آمبولکار و همکاران^۵ (۲۰۱۵) این موضوع را مورد مطالعه قرار دادند که چگونه پیکربندی مجدد منابع و زیرساخت‌های مدیریت ریسک می‌تواند در روابط بین انواع گوناگون اختلالات و تاب‌آوری شرکت‌ها تاثیرگذار باشند. در این زمینه آنها دریافتند که پیکربندی مجدد منابع نقشی حیاتی در اختلالاتی با اثرات بالا دارد. با این حال، زیرساخت‌های مدیریت ریسک نیز یک عامل کلیدی در پاسخ به اختلالاتی با تاثیرات کم است (آمبولکار و همکاران، ۲۰۱۵).

هدف تحقیق رحیمیان و رجب زاده قطرمی در سال ۱۳۹۶ سنجش و ارزیابی مفهوم تاب‌آوری در زنجیره‌تأمین صنعت پراهمیت دارو سازی است. برای دستیابی به این هدف مهم و با توجه به در نظر گرفتن رویکرد سیستم‌های پیچیده سازگار به عنوان نظریه اصلی در این مطالعه، زنجیره‌تأمین دو سازمان داروسازی برای مطالعه انتخاب شدند، در ادامه با استفاده از ابعاد و مؤلفه‌های شناسایی شده تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در چارچوب تئوری مذکور با مطالعه ادبیات موضوع و ارائه روشی یکپارچه با استفاده از ترکیب روش‌های مدل‌سازی ساختاری تفسیری، دیمتل، تئوری گراف و رویکرد ماتریسی و تحلیل عملکرد - اهمیت، اقدام به سنجش و ارزیابی جامع سطح تاب‌آوری در دو زنجیره‌تأمین مذکور شد. نتایج این تحقیق مدیران را در تجزیه و تحلیل تاب‌آوری و انتخاب راهبرد اثربخش کاهش ریسک زنجیره‌تأمین خود، پشتیبانی نموده و تصمیم‌گیری را تسهیل می‌کند. این رویکرد جدید باعث ایجاد مزیت رقابتی برای دستیابی به سهم بازار حتی زمان وقوع اختلالات می‌گردد (رحیمیان و رجب زاده قطرمی، ۱۳۹۶).

جعفرنژاد و محسنی در سال (۱۳۹۵) پژوهشی تحت عنوان ارائه چارچوبی برای بهبود عملکرد زنجیره‌تأمین تاب‌آور انجام دادند. در این پژوهش، ضمن بررسی بیشتر مفهوم تاب‌آوری در زنجیره‌تأمین به بررسی ریسک‌ها و اختلالات زنجیره‌تأمین، اقدامات، توانمندسازها و مشخصه‌های تاب‌آوری زنجیره‌تأمین می‌پردازد. همچنین، با توجه به مطالعات مختلف و شواهد موجود، ارتباط اقدامات تاب‌آور را با عملکرد

¹ Saenz et al

² Tukamuhabwa et al

³ Rajesh & Ravi

⁴ Grey possibility values

⁵ Ambulkar et al

زنجیره تأمین بررسی نموده و در نهایت، چارچوبی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین تاب آور ارائه می دهد؛ بنابراین، مدیران می توانند با درک عمیق تاب آوری، در جهت حفظ رقابت پذیری و بهبود عملکرد زنجیره تأمین خود اقدام نمایند (جعفرنژاد و محسنی، ۱۳۹۵).

صفایی قادیکلای و ولی پور پرکوهی در سال (۱۳۹۴) پژوهشی تحت عنوان ارائه مدلی برای ایجاد زنجیره تأمین تاب آور انجام دادند. در این پژوهش ضمن مرور ادبیات موضوعی مربوط به مدیریت زنجیره تأمین تاب آور پرداخته و پس از بررسی نتایج تحقیقات تجربی، به استخراج اصول و معیارهای ایجاد زنجیره تأمین تاب آور از قبیل انعطاف پذیری در منبع یابی، انعطاف پذیری در انجام سفارش، انعطاف پذیری نیروی انسانی، ایجاد فرهنگ مدیریت ریسک، بهبود همکاری میان کارکنان، یکپارچه سازی زنجیره تأمین، پایداری در زنجیره تأمین، قابلیت تکنولوژیکی، قدرت پیش بینی، انطباق پذیری، چابکی زنجیره تأمین، سرعت پاسخگویی زنجیره تأمین امنیت در زنجیره تأمین، شفافیت زنجیره تأمین، به اشتراک گذاری اطلاعات، به کارگیری استراتژی افزونگی، کار تیمی، ساختار زنجیره تأمین، قدرت و ذخیره مالی، اعتماد در میان کارکنان پرداخته شده است (صفایی قادیکلای و ولی پور پرکوهی، ۱۳۹۴).

جعفرنژاد و همکاران (۱۳۹۳)، تحقیقی را با عنوان تحلیل روابط میان اقدامات پارادایم های مدیریت زنجیره تأمین و معیارهای عملکردی با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری انجام دادند. هدف اصلی این مقاله، شناسایی اقدامات مهم چابک و تاب و تاب آوری است که مدیران ارشد باید برای بهبود عملکرد زنجیره های تأمین بر آنها تمرکز کنند. با توجه به نتایج این پژوهش، اقدام ارتباط با تأمین کننده در پایین ترین سطح با قدرت نفوذ بالا و معیار عملکردی چرخه نقدینگی با قدرت نفوذ ضعیف و وابستگی بالا است، به این معنا که به شدت تحت تأثیر سایر متغیرهای مورد مطالعه قرار دارد؛ اما بر آنها تأثیری ندارد. در نهایت با بررسی انجام شده، مدل های مختلف تاب آوری زنجیره تأمین ارائه شد (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به آنچه که در پیشینه تحقیق به آن اشاره شده است، در خواهیم یافت که تحقیقات زیادی حول موضوع تاب آوری زنجیره تأمین صورت گرفته است اما در زمینه تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو پژوهش های اندکی انجام گرفته است. در این پژوهش عوامل موثر بر تاب آوری زنجیره تأمین متناسب با صنعت دارو تعیین و با استفاده از مدل سازی ساختاری تفسیری، روابط متقابل متغیرهای موثر بر تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو ارائه شده است. و در نهایت به تست و تایید مدل پرداخته و عوامل موثر بر تاب آوری زنجیره تأمین در این صنعت را خوشه بندی و از طرفی در دو گروه علت و معلولی دسته بندی می کند. این پژوهش مدلی را ارائه می کند که توسط آن نظم را می توان بر پیچیدگی چنین متغیرهایی تحمیل کرد. این بینش از مدل به مدیران زنجیره تأمین در برنامه ریزی استراتژیک برای بهبود چابکی زنجیره تأمین کمک می کند.

روش تحقیق

هدف از انجام این پژوهش ارائه مدلی از تعاملات عوامل تاب آوری زنجیره تأمین در صنعت دارو است. با کاوش در ادبیات موضوع، عوامل موثر و ابعاد تاب آوری زنجیره تأمین استخراج و سپس بر مبنای نظر ۹ نفر

از خبرگان، عوامل تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو تعیین گردید. از آنجا که هدف این پژوهش توسعه علم و کمک به مدیران برای به‌کارگیری مدیریت زنجیره‌تأمین تاب‌آور در صنعت دارویی است، بر اساس ماهیت و روش این تحقیق، از نوع توسعه‌ای کاربردی می‌باشد و به صورت مطالعه پیمایشی با رویکرد آمیخته (کیفی و کمی) انجام شده است.

نمونه‌گیری از خبرگان با توجه به شناخت حاصل از صنعت دارو، سابقه و تحصیلات آنها، به صورت نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی بوده است. به جهت شناسایی و ارائه عوامل موثر در تاب‌آوری زنجیره‌تأمین از مصاحبه و توزیع پرسش‌نامه بین خبرگان و به جهت تحلیل داده‌ها در بخش ISM و دیمتل با توزیع ۲ پرسش‌نامه، شروعی بر تجزیه و تحلیل داده می‌باشد. سپس با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری و نظرات خبرگان در این راستا، مدل عواملی حاصل و عوامل سطح‌بندی و رابطه آن با یکدیگر مشخص گردید. جامعه آماری، خبرگان دانشگاهی و صنعت دارویی بوده که در این زمینه تجربه مناسبی داشته‌اند. در این پژوهش جهت جمع‌آوری داده‌ها از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. جهت تدوین مبانی نظری و پیشینه پژوهش از روش کتابخانه‌ای که از منابع داخلی و خارجی به صورت استفاده از مقالات ژورنال‌ها، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌های کار شده در حوزه تاب‌آوری زنجیره‌تأمین و مصاحبه با خبرگان از روش میدانی استفاده شده است. در جدول ۱، تعدادی از تحقیقات انجام شده در رابطه متغیرهای مورد استفاده در تاب‌آوری زنجیره‌تأمین آمده است. جهت آزمون و تایید مدل ساختاری تفسیری زنجیره‌تأمین دارو از دو روش تحلیل میک‌مک و تکنیک دیمتل استفاده شده است

ISM پیچیدگی روابط میان عوامل مختلفی که یک موضوع یا سیستم را تشکیل می‌دهد، شناسایی، جهت و نظم می‌بخشد و نقشه یا طرحی از روابط بین تعداد زیادی از پژوهش ارائه می‌دهد. در دیمتل نیز به ارائه طراحی و تحلیل مدل ساختاری روابط علی و معلولی در یک سیستم پیچیده می‌پردازد که به مقایسه مستقیم روابط میان عوامل مختلف موجود در سیستم پرداخته و در نهایت روابط مستقیم و غیرمستقیم و سطح اثرگذاری میان این عوامل را به صورت کمی ارائه می‌دهد.

در این پژوهش از دیمتل به جهت تایید و تصدیق نتایج به دست آمده استفاده شده است و می‌توان از آن به جهت بهبود نتایج ISM و تاب‌آوری زنجیره‌تأمین صنعت دارو استفاده کرد. اولویت‌بندی (سطح‌بندی) حاصل از روش ISM را تصدیق می‌کند و از طرفی در دیمتل، عواملی که ISM در سطوح مختلف ارائه و روابط بین آنها را مشخص کرده است، شدت روابط میان عوامل (و اولویت‌های آنها) را به صورت کمی ارائه می‌دهد.

مدل سازی ساختاری تفسیری (ISM)

این روش توسط وارفیلد در سال ۱۹۷۴ توسعه داده شد که یک روش ساختار تفسیری است. در این روش روابط بین مولفه‌ها و سطح بندی بین مولفه‌ها ارائه می‌گردد که برای تصویرسازی، ایجاد و فهم یک ساختار سلسله مراتبی از یک سیستم پیچیده جهت تحلیل و حل مشکلات در تصمیم گیری استفاده می‌شود. این رویکرد ساختاری است بنابراین ساختار کلی مستخرج از مجموعه پیچیده متغیرها بر اساس روابط می‌باشد (جین و راج، ۲۰۱۶).

یک رویکرد سیستماتیک با متد گام به گام بوده که دارای ۶ مرحله (گام) می‌باشد

گام اول: شناسایی فاکتورها: در گام اول باید مولفه‌های پژوهش شناسایی گردند. در این پژوهش مولفه‌ها به کمک تحلیل داده بنیاد مشخص شده‌اند. حالت‌ها و علائم مورد استفاده در طراحی مدل ساختاری-تفسیری بدین صورت تعریف می‌شود:

V: عنصر A منجر به عنصر Z می‌شود (متغیر A بر Z تاثیر دارد)

A: عنصر Z منجر به عنصر A می‌شود (متغیر Z بر A تاثیر دارد)

X: ارتباط A و Z دوطرفه است (رابطه دو سویه است)

O: بین A و Z ارتباطی وجود ندارد (عدم وجود رابطه)

گام دوم: به دست آوردن ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها^۱: در این بخش با استفاده از مولفه‌های به دست آمده از مرحله داده بنیاد، پرسشنامه‌ای ارائه و مولفه‌های انتخاب شده در سطر و ستون اول جدول جایگذاری شدند و از پاسخگو خواسته شد براساس نمادهای (O,X,A,V) نوع ارتباط دو به دوی فاکتورها مشخص شود. سپس نتایج به دست آمده از این پرسشنامه‌ها به یک گروه سه نفره از خبرگان داده شد و این گروه با تشکیل جلساتی، پرسشنامه نهایی را تکمیل نمودند، به این ترتیب که روابط مشترک به دست آمده از پرسشنامه‌های قبلی را به طور دقیق مانند آن به پرسشنامه جدید وارد کرده و برای خانه‌هایی که در پرسشنامه‌های قبلی اختلاف نظر وجود داشت، اقدام به تعیین نوع رابطه نمودند.

گام سوم: به دست آوردن ماتریس دستیابی^۲: نمادهای روابط ماتریس SSIM به اعداد صفر و یک بر حسب قواعد زیر تبدیل میشود:

۱- اگر خانه (Z,A) در ماتریس SSIM نماد V گرفت. خانه مربوط در ماتریس دستیابی عدد یک می‌گیرد.

۲- اگر خانه (Z,A) در ماتریس SSIM نماد A گرفت. خانه مربوط در ماتریس دستیابی عدد صفر می‌گیرد.

۳- اگر خانه (Z,A) در ماتریس SSIM نماد X گرفت. خانه مربوط در ماتریس دستیابی عدد یک می‌گیرد.

¹ SSIM

² Reachability matrix

۴- اگر خانه (زرا) در ماتریس SSIM نماد O گرفت. خانه مربوط در ماتریس دستیابی عدد صفر می‌گیرد.

گام چهارم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری: این ماتریس با کمک خبرگان و متخصصین فرآیند محوری تکمیل می‌گردد. اطلاعات حاصله بر اساس روش مدلسازی ساختاری تفسیری جمع‌بندی و ماتریس خودتعاملی ساختاری نهایی تشکیل گردیده است. در این ماتریس باید برای اطمینان بیشتر روابط ثانویه کنترل گردد. بدین معنا که اگر A منجر به B شود و B منجر به C گردد در این صورت باید A منجر به C گردد. به عبارت دیگر اگر در روابط حالتی باقی ماند باید به جدول تصحیح گردد.

گام پنجم: تعیین سطوح متغیرها: برای مشخص نمودن سطح‌بندی مولفه‌ها باید مجموعه ورودی‌ها، مجموعه خروجی‌ها و مجموعه مشترک برای هر مولفه از ماتریس حاصل از نظرات خبرگان استخراج گردد. مجموعه ورودی‌ها شامل خود مولفه و مولفه‌هایی می‌باشد که بر آن اثر دارند. مجموعه خروجی‌ها شامل خود مولفه و مولفه‌هایی می‌باشد که از آن اثر می‌گیرند و مجموعه مشترک، عناصر مشترک در مجموعه خروجی‌ها و مجموعه ورودی‌ها می‌باشد.

گام ششم: ترسیم مدل: در گام ششم با استفاده از سطح‌بندی مرحله قبل که از فروانی مجموعه خروجی و مجموعه مشترک بدست می‌آید، مدل نهایی سطح‌بندی ترسیم می‌گردد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و طراحی مدل تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو، مراحل روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری طی شد. در گام اول برای شناسایی فاکتورها و متغیرها، پس از مطالعه و بررسی ادبیات و پیشینه موضوع، جدول ۱ استخراج و سپس با توزیع پرسش‌نامه و مصاحبه جهت اخذ نظرات خبرگان نسبت به عوامل موثر بر تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو، ۱۳ عامل به عنوان عوامل اصلی پژوهش مطابق جدول ۲ انتخاب و مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۲: عوامل مورد استفاده در پژوهش

ردیف	عامل	ردیف	عامل
۱	اشتراک منابع و درآمد	۸	تسهیم اطلاعات/ تسهیم دانش
۲	اعتماد میان زنجیره‌تأمین	۹	توانمند سازی (افزایش توانایی)
۳	افزونگی	۱۰	چابکی
۴	انطباق و سازگاری (انطباق پذیری و قابلیت سازگاری)	۱۱	سرعت
۵	انعطاف پذیری	۱۲	شفافیت و رویت پذیری زنجیره‌تأمین
۶	پایداری زنجیره‌تأمین	۱۳	مشارکت و همکاری
۷	پیش بینی و آمادگی		

- ۱- **اشتراک منابع و درآمد:** اشتراک گذاری منافع و درآمد با بازیگران و شرکت‌های همکار زنجیره تأمین. به اشتراک گذاری درآمد نوعی قرارداد در زنجیره تأمین است که امکان ایجاد ریسک مشترک میان شرکای زنجیره تأمین را فراهم می‌کند (برایتون^۱ و همکاران، ۲۰۰۰). شرکت‌ها نه تنها باید خطرات مستقیم عملیاتشان را شناسایی کنند، بلکه باید منابع و یا علل بالقوه آن خطرها را در هر رابطه مهمی که در طول زنجیره تأمین وجود دارد را شناسایی کنند.
- ۲- **اعتماد میان زنجیره تأمین:** مدیریت زنجیره تأمین بر پایه اعتماد بنا شده است. عدم اعتماد، یکی از عوامل اصلی است منجر به ریسک‌های زنجیره‌ای تأمین می‌شود (سینها و همکاران، ۲۰۰۴). این بعد از زنجیره تأمین، امکان همکاری و مشارکت هم درون سازمان و هم در بین کل شرکا در زنجیره‌ای تأمین را فراهم می‌نماید (فیصل و همکاران، ۲۰۰۷). به طور کلی اعتماد به عنوان پیش شرطی برای زنجیره تأمین در نظر گرفته می‌شود.
- ۳- **افزودگی:** تدابیری همانند ذخیره موجودی، ذخیره احتیاطی^۲، ظرفیت مازاد و تأمین کنندگان پشتیبان برای مواجهه با ریسک‌ها و اختلالات را افزودگی گویند. افزودگی شامل استفاده استراتژیک و انتخابی از موجودی و ظرفیت مازاد است که می‌تواند در طول بحران برای مواجهه با کمبود منابع و یا افزایش شدید تقاضا بکار برده شود که یکی از ابزارهای گران قیمت ایجاد تاب‌آوری می‌باشد (کریستوفر و پیک، ۲۰۰۴). اگرچه انعطاف‌پذیری و افزودگی به همدیگر بسیار نزدیک هستند اما انعطاف‌پذیری می‌تواند از راه‌های دیگری همچون بکارگیری نیروی کار چندمهارته، نصب ماشین‌آلات چندمنظوره و تنظیم قرارداد منعطف تحقق یابد. از طرفی این عامل منجر به تحمیل هزینه به زنجیره تأمین می‌شود.
- ۴- **انطباق و سازگاری (انطباق‌پذیری و قابلیت سازگاری):** ماهیت پویای توانایی انطباق و سازگاری به زنجیره تأمین این امکان را می‌دهد تا پس از اختلال، به حالت اصلی خود بازگشته یا به یک وضعیت مطلوب‌تر از عملیات‌های زنجیره تأمین برسند. تاب‌آوری زنجیره تأمین در نظر دارد به منظور آمادگی برای حوادث پیش‌بینی نشده، واکنش در مقابل اختلال‌ها و بازیابی از آنها، به توسعه توانایی سازگاری بپردازد (دستیار و همکاران، ۲۰۱۸).
- ۵- **انعطاف‌پذیری:** هماهنگی و انطباق با تغییرات با کمترین زمان و تلاش تعداد رخدادهای احتمالی که زنجیره تأمین با آن‌ها مواجه و تعداد ریسک‌هایی که توانایی غلبه بر آن‌ها را دارد. افزودگی در این امر بسیار حائز اهمیت است، زیرا تضمینی بر غلبه بر اختلالات رخ داده از طریق پاسخگویی موثر است (جوئتر و ماکلان^۳، ۲۰۱۱). ارول، ساسر و منصور^۴ (۲۰۱۲) انعطاف‌پذیری را به عنوان توانایی یک شرکت برای انطباق با نیازمندی‌های متغیر محیط و سهامداران، با حداقل هزینه و تلاش تعریف کرده‌اند (ارول و همکاران، ۲۰۱۲).

¹ Bratton

² Sinha et al

³ Safety stock Safety stock

⁴ Jüttner & Maklan

⁵ Erol, Sausser and Mansouri

- ۶- **پایداری زنجیره‌تأمین:** حفظ قابلیت‌های پویا و ارتباط بین قابلیت‌های یکپارچه را پایداری زنجیره‌تأمین گویند که یک توانمندساز کلیدی برای تاب‌آوری زنجیره‌تأمین به حساب می‌آید (فیصل، ۲۰۱۰). بهبود درک نسبت به چیزی که پایداری را در یک زنجیره‌تأمین شکل می‌دهد، مدیران را در اخذ تصمیمات بهتر یاری می‌کند و ریسک‌های یک سازمان واحد و کل شبکه را کاهش می‌دهد (براون، ۲۰۰۹؛ کارتر و همکاران، ۱۹۹۸؛ گیلدرمن و همکاران، ۲۰۰۷).
- ۷- **پیش‌بینی و آمادگی:** پیش‌بینی و آمادگی تهدیدات و پاسخگویی موثر به آن. زنجیره‌تأمین و مدیران عملیاتی آن باید وقوع هرگونه اختلال را پیش‌بینی کنند و زنجیره‌تأمین را برای هرگونه تغییرات محیطی پیش‌بینی شده و یا غیرمنتظره آماده کنند. اثر اختلالات باید به طور کامل درک، احتمال وقوع آنها به حداقل رسیده و برنامه‌های احتمالی برای شرایط اضطراری آماده باشند.
- ۸- **تسهیم اطلاعات/ تسهیم دانش:** تبادل اطلاعات/ دانش بین بازیگران و اعضای زنجیره‌تأمین که می‌تواند انعطاف‌پذیری زنجیره‌های تأمین را بهبود بخشد (اسکیپر و هانا، ۲۰۰۹). تسهیم اطلاعات به عنوان پیش‌بینی برای همکاری و تاب‌آوری می‌باشد و برخی نویسندگان از تسهیم اطلاعات به عنوان محرک جداگانه‌ی تاب‌آوری بحث می‌کنند. اولویت اصلی برای همکاری و کاهش ریسک باید ایجاد یک جامعه‌ی زنجیره‌ی تأمین باشد که در آن بین اعضای زنجیره، تبادل اطلاعات وجود داشته باشد (کریستوفر و پک، ۲۰۰۴).
- ۹- **توانمندسازی (افزایش توانایی):** مجموعه از توانایی‌ها جهت کاهش و پاسخ‌گویی به ریسک و تاب‌آوری زنجیره‌تأمین.
- ۱۰- **چابکی:** چابکی به عنوان توانایی زنجیره‌تأمین برای واکنش سریع به تغییر از طریق منطبق ساختن وضعیت ثابت اولیه خود تعریف می‌شود (تویلی و همکاران^۱، ۲۰۱۳). بطور کلی توانایی‌های شرکت در جهت چابک تر شدن، آسیب‌پذیری زنجیره‌ی تأمین آن را در مقابل اختلالات بالقوه به حداقل می‌رساند (اکشتاین و همکاران^۲، ۲۰۱۵). چابکی بر پیکربندی مجدد سریع سیستم در مقابل تغییرات غیرقابل پیش‌بینی تأکید دارد. بنابراین، چابکی با پاسخگویی زنجیره‌تأمین در موارد اضطراری و بروز اختلالات رابطه دارد (کریستوفر و پیک، ۲۰۰۴، پونوکاروو و هولکومب^۳، ۲۰۰۹).
- ۱۱- **سرعت:** سرعتی که زنجیره‌تأمین می‌تواند از یک اختلال بازیابی نماید (جوتنر و ماکلان، ۲۰۱۱). به طور کلی می‌توان گفت سرعت و توانایی فرآیندها به منظور پاسخگو بودن در برابر حوادث غیرمترقبه در زمان مناسب (کریستوفر و روترفورد^۴، ۲۰۰۴).
- ۱۲- **شفافیت و رویت‌پذیری زنجیره‌تأمین:** شفافیت، رویت‌پذیری و یا وضوح عاملی در مرحله‌ی کشف اختلال است. اطلاعات نهاده‌ها همانند موجودی، زمانبندی و شرایط خرید و تقاضا و اتفاقات زنجیره‌تأمین را نشان می‌دهد. وجود اطمینان در زنجیره‌تأمین و جلوگیری از دوباره‌کاری، تصمیمات غیر موثر و انتظارات نامناسب در شرایط ریسک را تضمین می‌نماید (جوتنر و ماکلان، ۲۰۱۱). وضوح

¹ Töyli

² Eckstein

³ Ponomarov & Holcomb

⁴ Christopher & Rutherford

و شفافیت، اطمینان به زنجیره تأمین را تضمین می‌کند و مانع واکنش بیش از حد، مداخلات غیر ضروری و تصمیمات غیر مؤثر در موقعیت ریسک می‌شود (کریستوفر و لی، ۲۰۰۴).

۱۳- **مشارکت و همکاری:** تمایل اعضا به اتحاد و یکپارچگی نیروهایشان در هنگام بروز اختلال را مشارکت و همکاری در زنجیره تأمین گویند. همکاری به کاهش عدم اطمینان و افزایش آمادگی در برابر حوادث می‌انجامد (جوئتر و ماکلان، ۲۰۱۱). در واقع همکاری به عنوان وسیله‌ای است که سازمانهای موجود در زنجیره تأمین را در شرایط بحرانی به هم پیوند می‌دهد (ریچی و آوتری، ۲۰۰۹). در نهایت زنجیره‌های تأمین یکپارچه و برخوردار از توانایی‌های همکاری بالا، می‌توانند آسیب پذیری شبکه را کاهش دهند (راماناتان و گوناسکاران^۲، ۲۰۱۴).

برای به دست آوردن **ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها** پرسشنامه‌ای طراحی و برای خبرگان ارسال شد. ۱۳ فاکتور انتخاب شده در سطر و ستون اول جدول جایگذاری شدند و از پاسخ دهنده خواسته شد با توجه به نمادهای معرفی شده (O,X,A,V) نوع ارتباط دو به دوی فاکتورها مشخص شود این پرسشنامه در اختیار ۹ نفر از مدیران و کارشناسان ارشد صنعت دارو قرار داده شد. سپس نتایج به دست آمده از این پرسشنامه‌ها در اختیار یک گروه ۳ نفره از مدیران و کارشناسان ارشد قرار گرفت و این گروه با تشکیل جلسه‌ای اقدام به تکمیل نهایی این پرسشنامه کردند، به این ترتیب برای خانه‌هایی که در پرسشنامه‌های قبلی بین خبرگان اختلاف نظر وجود داشت، اقدام به تعیین نوع رابطه نمودند. در نهایت روابطی به دست آمد که در جدول ۳ می‌توان مشاهده کرد.

جدول ۳: ماتریس ساختار روابط درونی متغیرها

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	X	O	A	V	O	O	O	O	V	O	O	A	A
۲		X	O	A	O	O	A	X	O	O	O	A	A
۳			X	A	V	V	A						
۴				X	X								
۵					X	V	A	A	O	X	O	O	
۶													X
۷							X						
۸								X	V	X			
۹									X	A	V	O	O
۱۰										X	X	O	V
۱۱											X	O	A
۱۲												X	O
۱۳													X

^۱ Richey & Autry

^۲ Ramanathan & Gunasekaran

برای تکمیل ماتریس فوق از قاعده نفی منطقی استفاده می‌شود. قاعده نفی منطقی به ازای V و A رخ می‌دهد. با تبدیل نمادهای روابط ماتریس SSIM به اعداد صفر و یک بر حسب قواعدی می‌توان به ماتریس دستیابی (مرحله سوم) دست یافت. که نتایج ماتریس دستیابی در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴: ماتریس دستیابی

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱
۳	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۵	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰
۱۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
۱۳	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱

گام چهارم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری: ماتریس خودتعاملی ساختاری از ابعاد و شاخص‌های مطالعه و مقایسه آن‌ها با استفاده از چهار حالت روابط مفهومی تشکیل می‌شود. این ماتریس توسط خبرگان و متخصصین فرآیند محوری تکمیل می‌گردد. برای اطمینان باید روابط ثانویه کنترل شود یعنی اگر براساس روابط ثانویه باید اثرهای مستقیم لحاظ شده باشد اما در عمل این اتفاق نیفتاده باشد باید جدول تصحیح شود و رابطه ثانویه را نیز نشان داد. بنابراین ماتریس دریافتی تکنیک ISM در جدول ۵ ارائه شده است. بدین جهت با استفاده از نظریه اویلر، ماتریس اولیه با ماتریس واحد (I) جمع کرده $(M=A+I)$ و آن را به توان K می‌رسانیم تا زمانی که حالت پایدار برقرار شود $(M^k=M^{k+1})$. تمام عملیات قبل بر اساس قاعده بولین می‌باشد که طبق این قوانین داریم: $۱ \times ۱ = ۱$ و $۱ + ۱ = ۱$ در این پژوهش علاوه بر تکرار نظرخواهی در خصوص روابط تعدادی از عواملی که از نظر خبرگان با هم اختلاف داشته‌اند، بعد از ۴ بار تکرار بر اساس قواعد بولین در ماتریس دستیابی اولیه به حالت پایدار مطابق جدول ۵ رسیده است. لازم به ذکر است درایه های تغییر یافته به صورت * ۱ مشخص شده‌اند.

جدول ۵: ماتریس خود تعاملی ساختاری متغیرهای پژوهش

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	جمع سطری
۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳
۳	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷
۴	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸
۵	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۲
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱۱
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۶
۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۶
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۸
جمع ستونی	۸	۱۰	۷	۷	۸	۱۰	۳	۵	۵	۸	۵	۸	۴	۶

جمع سطری و ستونی ماتریس خود تعاملی نهایی را مطابق جدول ۵ بدست می آوریم. با توجه به مقدار حداکثری عوامل ۸ و ۱۰ در سطر و عوامل ۲ و ۶ در ستون، عامل های چابکی و مشارکت و همکاری نافذترین^۱ عنصر و عوامل اعتماد میان زنجیره تأمین و پایداری زنجیره تأمین، وابسته ترین^۲ عناصر در بین عوامل می باشند. انتظار می رود نافذترین عنصر در سطوح بالاتر و وابسته ترین عنصر در سطوح پایین تر قرار بگیرند. برای تعیین روابط و سطح بندی معیارها باید مجموعه خروجی ها و مجموعه ورودی ها برای هر معیار از ماتریس دریافتی استخراج شود. مجموعه خروجی ها شامل خود معیار و معیارهایی است که از آن تاثیر می پذیرد. مجموعه ورودی ها شامل خود معیار و معیارهایی است که بر آن تاثیر می گذارند. سپس مجموعه روابط دو طرفه معیارها مشخص می شود. مجموعه اشتراک شامل عناصر مشترک در مجموعه خروجی و مجموعه ورودی بوده و فراوانی شامل فراوانی شامل مجموع تعداد مجموعه خروجی و مجموعه مشترک در هر ردیف می باشد. در جدول ۶ مجموعه ورودی ها، خروجی ها و مشترک برای تعیین سطح آورده شده است.

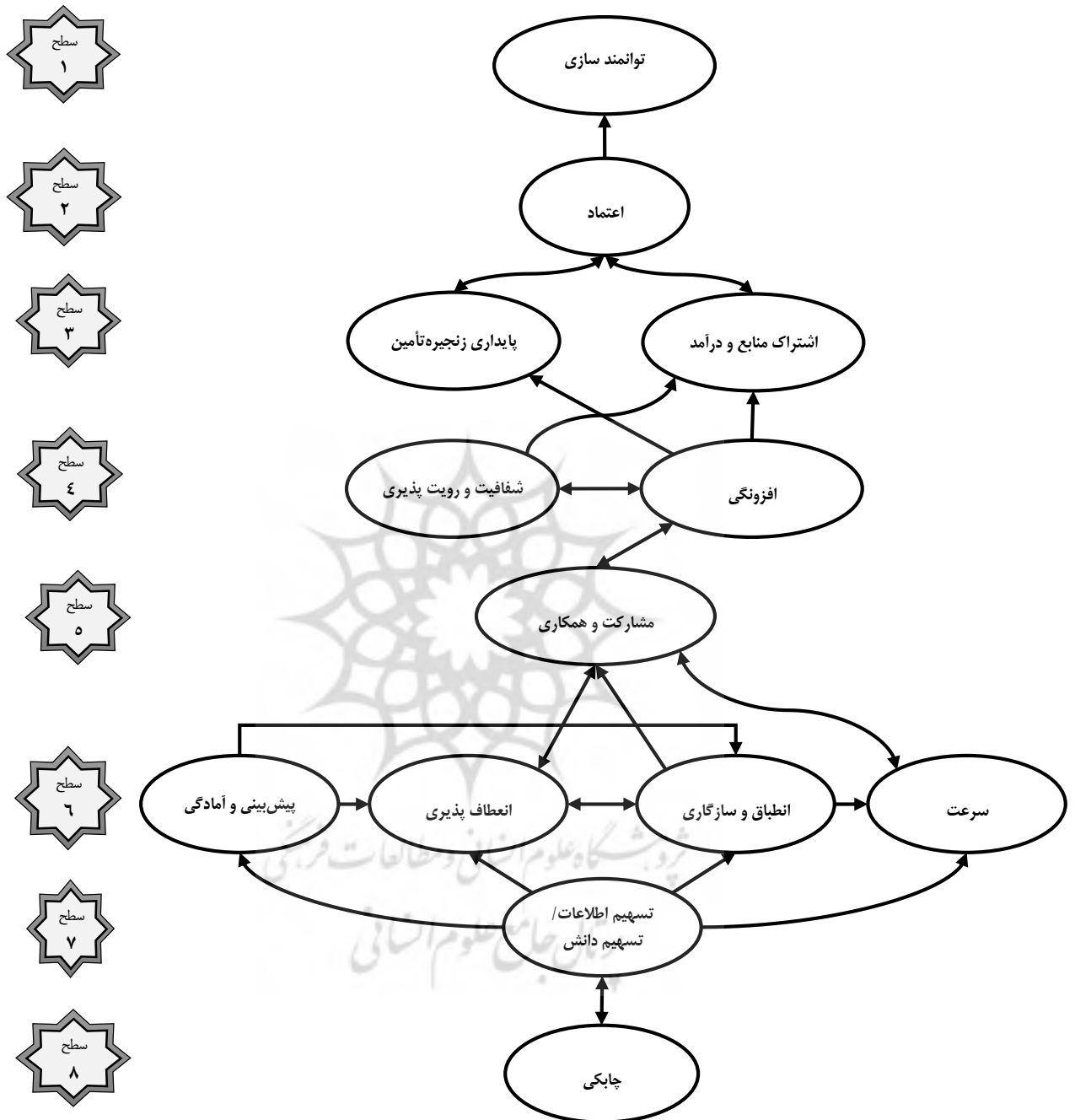
¹ power

² Dependence

جدول ۶: تعیین سطوح متغیرها

شاخص	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه اشتراک	فراوانی	سطح
۱	۱،۲،۴،۵،۶،۹	۱،۳،۴،۷،۸،۱۰،۱۲،۱۳	۱،۴	۸	۳
۲	۲،۸،۱۳	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰،۱۲	۲،۸	۵	۲
۳	۱،۲،۳،۵،۶،۹،۱۳	۳،۴،۵،۷،۸،۱۰،۱۲	۳،۵	۹	۴
۴	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۹،۱۳	۱،۴،۵،۷،۸،۱۰،۱۱	۱،۴،۵	۱۱	۶
۵	۲،۳،۴،۵،۶،۹،۱۰	۱،۳،۴،۵،۷،۸،۱۰،۱۳	۳،۴،۵،۱۰	۱۱	۶
۶	۲،۶،۹،۱۰،۱۱	۱،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰،۱۱،۱۳	۶،۱۰،۱۱	۸	۳
۷	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۱	۷،۱۱،۱۳	۷،۱۱	۱۱	۶
۸	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲	۲،۷،۸،۱۰،۱۳	۲،۸،۱۰	۱۴	۷
۹	۹،۱۱	۱،۳،۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	۹	۳	۱
۱۰	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۳	۵،۶،۸،۱۰،۱۱	۵،۶،۸،۱۰،۱۱	۱۶	۸
۱۱	۴،۶،۷،۱۰،۱۱،۱۲	۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳	۶،۷،۱۰،۱۱،۱۲	۱۱	۶
۱۲	۱،۲،۳،۱۱،۱۲،۱۳	۸،۱۱،۱۲،۱۳	۱۱،۱۲،۱۳	۹	۴
۱۳	۱،۵،۶،۷،۸،۱۱،۱۲،۱۳	۲،۳،۴،۱۰،۱۲،۱۳	۱۲،۱۳	۱۰	۵

پس از تعیین روابط و سطوح متغیرها مطابق جدول ۶، به ترسیم مدل پرداخته شد. سطوح شاخص‌ها پس از دریافت فراوانی دو ستون مجموعه خروجی و مجموعه مشترک، بر اساس کمترین فراوانی وسط‌بندی آن به صورت صعودی صورت می‌گیرد. طبق این قاعده، مجموعه فراوانی ستون مجموعه خروجی و ستون مشترک مبنا قرار می‌گیرند. الگوی نهائی سطوح متغیرهای شناسائی شده در شکل ۱ نمایش داده شده است. در این نگاره فقط روابط معنادار عناصر هر سطح بر عناصر سطح مجاور و همچنین روابط درونی معنادار عناصر هر سطح در نظر گرفته شده است. مطابق نتایج جدول ۶، این مدل دارای ۸ سطح می‌باشد که می‌توان سطوح شاخص‌ها و ارتباط بین آنها را در شکل ۱ مشاهده کرد.

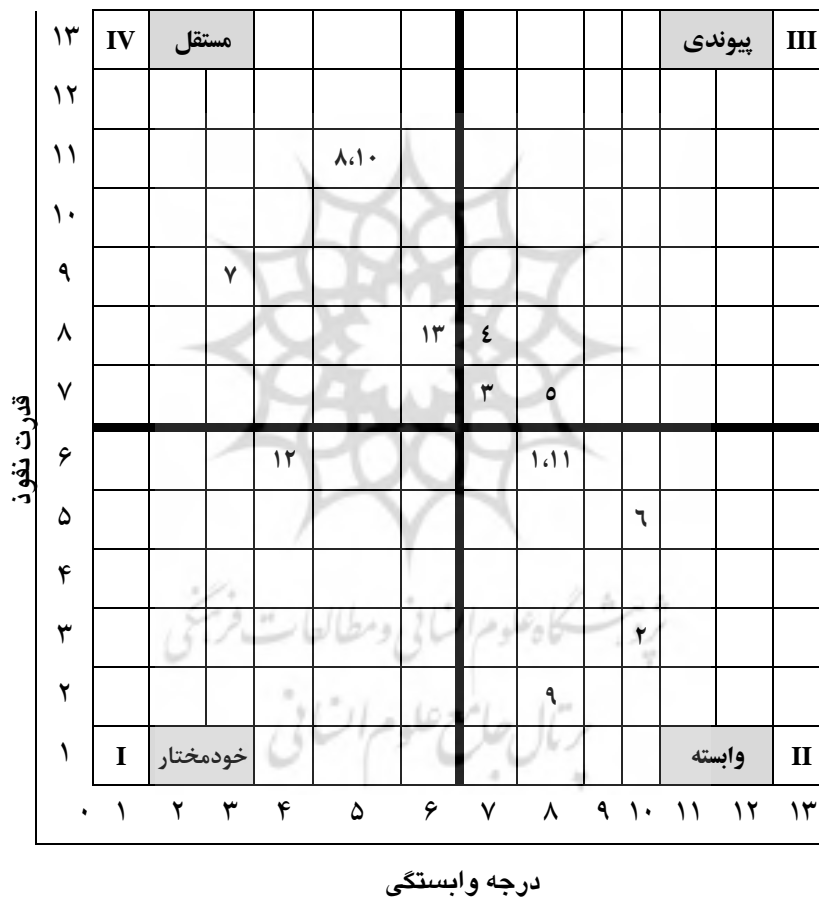


شکل ۱: مدل ساختاری تفسیری زنجیره تأمین تاب‌آوری صنعت دارو

گام تکمیلی: تست و تایید نتایج

تحلیل MICMAC

در این مرحله جهت تست و تایید از تحلیل MICMAC استفاده گردید. این تحلیل بر پایه قدرت نفوذ^۱ و درجه وابستگی^۲ هر متغیر شکل می‌گیرد. به طور کلی متغیرها را در چهار ناحیه تقسیم و خوشه‌بندی می‌کنند. ناحیه ۱: شامل متغیرهای مستقل یا خودمختار که قدرت نفوذ و درجه وابستگی ضعیفی دارند. ناحیه ۲: متغیرهای وابسته که دارای قدرت نفوذ کم و وابستگی زیاد هستند. ناحیه ۳: متغیرهای متصل یا پیوندی می‌باشد که دارای قدرت نفوذ و درجه وابستگی زیادی هستند و ناحیه ۴: متغیرهای مستقل که دارای قدرت نفوذ بالا و درجه وابستگی ضعیفی هستند.



شکل ۲: خوشه بندی شاخص‌ها (نمودار قدرت نفوذ و وابستگی)

¹ Driving power

² Dependence power

در میان متغیرها، شاخص‌ترین آنها اعتماد (۲) و پایداری زنجیره‌تأمین (۶) که به ترتیب در سطوح ۲ و ۳ مدلسازی ساختاری تفسیری (شکل ۱) قرار دارند که دارای قدرت وابستگی (بیشترین وابستگی) به ناحیه ۲ شکل ۲ می‌باشد. توانمندسازی (۹)، سرعت (۱۱) و اشتراک منابع و درآمد (۱) نیز در ناحیه وابستگی قرار دارد و دارای قدرت نفوذ کم و درجه وابستگی زیاد نسبت به شاخص‌های دیگر می‌باشد. شاخص‌های مشارکت و همکاری (۱۳)، چابکی (۱۰)، تسهیم اطلاعات (۸) و پیش‌بینی و آمادگی (۷) در ناحیه مستقل قرار دارند که دارای قدرت نفوذ بالا و درجه وابستگی پایین برخوردار است. شاخص‌های انعطاف‌پذیری (۵)، انطباق و سازگاری (۴) و افزونگی (۳) در ناحیه پیوندی (ناحیه ۳) قرار دارد که بدان معناست که هرگونه عملی بر روی این شاخص‌ها باعث تغییر سایر شاخص‌ها می‌گردد. و درنهایت شاخص شفافیت و رویت پذیری (۱۲) در ناحیه ۱، ناحیه خودمختاری قرار دارند. این شاخص‌ها تا حدودی از سایر شاخص‌ها مجزا هستند و ارتباطات کمی با دیگر شاخص‌ها دارند.

تحلیل دیمتل

جهت تست و تایید نتایج در این مرحله از تکنیک دیمتل^۱ نیز استفاده شده است. روش دیمتل یکی از روش‌های جامع تصمیم‌گیری برای طراحی، آنالیز، تدوین و تجزیه و تحلیل مدل ساختاری است. این روش با استفاده از تئوری گراف درک روابط علی و معلولی بین معیارهای پیچیده را قادر می‌سازد. به عبارت دیگر این روش جهت شناسایی و بررسی روابط متقابل بین معیارها و ساختن نگاشت روابط شبکه‌ای به کار گرفته می‌شود. لذا این تکنیک مبتنی بر نمودارهایی است که می‌تواند عوامل پژوهش را به دو گروه علت و معلولی تقسیم نموده و روابط میان آنها را به صورت یک مدل ساختاری قابل درک نمایش می‌دهد. نایج حاصل از روش دیمتل به شرح زیر است:

تهیه ماتریس روابط مستقیم: جهت تشکیل ماتریس تصمیم، پرسش‌نامه ای از شاخص‌های تعیین شده (جدول ۲) تهیه و هر خبره مطابق با طیف جدول ۷، امتیاز داده و در نهایت میانگین حسابی نظرات مطابق با جدول ۸ استخراج شده است.

جدول ۷: عبارات کلامی تاثیر متقابل معیارها

بدون تاثیر	تاثیر خیلی کم	تاثیر کم	تاثیر زیاد	تاثیر خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴

¹ Decision Making Trial And Evaluation (DEMATEL)

جدول ۸: ماتریس روابط مستقیم (ماتریس تصمیم متوسط خبرگان)

متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۰	۲,۳۶	۰,۷	۳,۲۶	۰,۴۸	۱,۱۵	۰,۱۸	۰,۰۷	۱,۵	۱,۰۴	۲,۵۷	۱,۲	۱,۶۱
۲	۲,۰۵	۰	۰,۰۴	۰,۱۲	۰,۰۹	۰,۰۸	۰,۱۵	۳,۵۶	۱,۴۲	۰,۲۷	۱,۰۹	۳	۳,۶۳
۳	۱,۲۸	۰,۴۷	۰	۰,۹۵	۱,۴۱	۱,۴۳	۰,۱۷	۰,۱۴	۱,۱۳	۰,۴۶	۰,۲۹	۰,۱۷	۰,۶۷
۴	۲,۸۶	۰,۱۱	۰,۹	۰	۲,۷	۲,۳۴	۰,۳۴	۰,۴۶	۰,۵۱	۰,۵۸	۲,۳۶	۰,۱۵	۰,۹۲
۵	۰,۷۷	۳,۸۲	۰,۲۳	۱,۳۸	۰	۲,۱۷	۰,۲۹	۰,۱۹	۲,۲۵	۳,۲۱	۱,۹۲	۰,۸۱	۱,۰۶
۶	۰,۴	۱,۲۲	۰,۱۲	۰,۳۱	۱,۵۵	۰	۰,۲۷	۰,۲۹	۱,۲۷	۲,۰۳	۳,۲۱	۰,۲۷	۱,۷
۷	۰,۶۷	۰,۲۱	۳,۴۲	۰,۶۹	۰,۵۹	۰,۷۵	۰	۰,۳۱	۲,۸۱	۰,۶۵	۱,۹۱	۰,۲۴	۱,۹۵
۸	۰,۵۳	۳,۸۷	۲,۵۹	۲,۳۱	۱,۳۵	۳,۰۹	۱,۷۴	۰	۲,۶۷	۳,۵۱	۲,۳۸	۳,۴۴	۳,۵۲
۹	۰,۲۸	۳,۳۶	۰,۵۹	۰,۹۲	۱,۹	۱,۷۷	۰,۲۸	۰,۱۵	۰	۲,۲	۱,۶	۰,۳۴	۰,۸۴
۱۰	۱,۷۳	۳,۶۳	۲,۴۹	۳,۲۹	۳,۶۸	۲,۰۸	۰,۹۱	۳,۲۱	۲,۶۹	۰	۳,۶۹	۱,۷۳	۳,۷۵
۱۱	۰,۲۸	۳,۳۷	۰,۱۸	۲,۷۲	۱,۸۶	۲,۴۳	۰,۲۱	۰,۷۴	۱,۶۹	۲,۳۳	۰	۰,۱۵	۳,۰۱
۱۲	۲,۰۹	۳,۷۹	۱,۲۵	۰,۱۴	۰,۱۸	۰,۶۲	۰,۲۷	۲,۰۲	۰,۴۹	۰,۸۹	۱,۰۷	۰	۳,۳۸
۱۳	۲,۹۶	۱,۰۹	۲,۷۱	۳,۱۸	۳,۷۸	۱,۶۳	۰,۹۷	۳,۳۹	۲,۹۵	۳,۲۱	۳,۲۱	۱,۲۴	۰

نرمال نمودن ماتریس متوسط تصمیم (N): جهت نرمالایز کردن ماتریس روابط مستقیم (جدول ۸) بیشترین مقدار در بین مجموع ستون و مجموع سطری ماتریس روابط مستقیم را یافته و تک‌تک درایه‌های ماتریس را بر آن تقسیم می‌کنیم. ماتریس حاصل را N نامیده و تمام عناصر ماتریس حاصل بین صفر و یک قرار دارند.

تنظیم ماتریس رابطه کل (T): به منظور محاسبه اثرگذاری‌ها و اثرپذیری‌های مستقیم و غیرمستقیم باید ماتریس روابط کل (T) محاسبه گردد. جهت بدست آوردن این ماتریس از رابطه $T = N(I - N)^{-1}$ استفاده شده است که در آن N ماتریس نرمال بدست آمده و I ماتریس یکه می‌باشد.

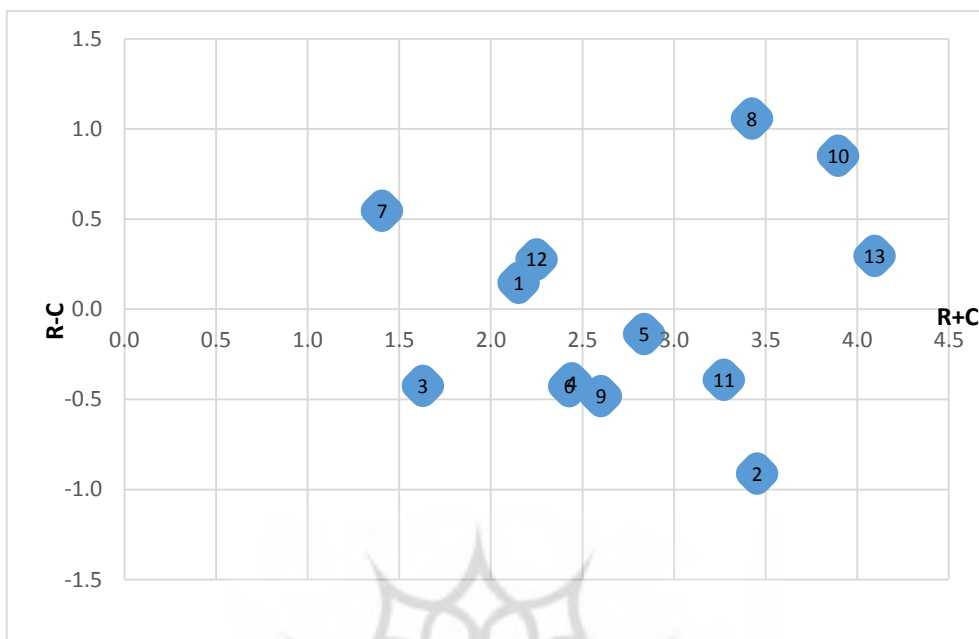
تعیین روابط علی و معلولی: در این مرحله برای ماتریس T، جمع سطری R، جمع ستونی C، مجموع R+C و تفاضل R-C که به ترتیب نشان دهنده اثرگذاری، اثرپذیری، اهمیت و اثرگذاری و اثرپذیری خالص می‌باشند، مطابق جدول ۹ محاسبه می‌شود.

جدول ۹: مقادیر R، C، R+C و R-C

ردیف	عامل	R	C	R+C	R-C
۱	اشتراک منابع و درآمد	۱,۱۵۰	۱,۰۰۳	۲,۱۵۳	۰,۱۴۷
۲	اعتماد	۱,۳۷۲	۲,۱۸۲	۳,۴۵۴	-۰,۹۱۱
۳	افزونگی	۰,۶۰۳	۱,۰۲۶	۱,۶۲۹	-۰,۴۲۹
۴	انطباق و سازگاری	۱,۰۱۶	۱,۴۲۶	۲,۴۴۲	-۰,۴۱۰
۵	انعطاف پذیری	۱,۳۵۰	۱,۴۸۷	۲,۸۳۷	-۰,۱۳۷
۶	پایداری زنجیره تأمین	۱,۰۰۱	۱,۴۲۷	۲,۴۲۸	-۰,۴۲۶
۷	پیش بینی و آمادگی	۰,۹۷۶	۰,۴۳۰	۱,۴۰۶	۰,۵۴۷
۸	تسهیم اطلاعات	۲,۳۴۲	۱,۱۸۳	۳,۴۲۵	۱,۰۵۹
۹	توانمندسازی	۱,۰۶۰	۱,۵۴۱	۲,۶۰۱	-۰,۴۸۱
۱۰	چابکی	۲,۳۷۴	۱,۵۲۲	۳,۸۹۶	۰,۸۵۲
۱۱	سرعت	۱,۴۴۱	۱,۸۳۲	۳,۲۷۳	-۰,۳۹۱
۱۲	شفافیت و رویت پذیری	۱,۲۶۴	۰,۹۸۶	۲,۲۵۰	۰,۲۷۸
۱۳	مشارکت و همکاری	۲,۱۹۶	۱,۸۹۹	۴,۰۹۵	-۰,۲۹۷

هر چه R+C بیشتر باشد، پرتعامل ترین معیار بوده و اهمیت آن شاخص از نظر خبرگان بیشتر می باشد مطابق نتایج حاصل از جدول ۹، معیارهای مشارکت و همکاری (۱۳)، چابکی (۱۰)، اعتماد (۲) و تسهیم اطلاعات (۸) به ترتیب دارای بیشترین تعامل و اهمیت از نظر خبرگان می باشد. R-C نشان دهنده حالت های مختلفی می باشد. در صورت مثبت بودن، نافذ ترین عنصر (اثرگذارترین عنصر) و در صورت منفی بودن وابسته ترین عنصر (اثرپذیرترین عنصر) می باشد. همچنین در صورت مثبت بودن، متغیر یک متغیر علت بوده و در صورت منفی بودن، آن متغیر معلول می باشد. مطابق نتایج حاصله، شاخص های تسهیم اطلاعات (۸)، چابکی (۱۰)، پیش بینی و آمادگی (۷) و مشارکت و همکاری (۱۳) به ترتیب دارای بیشترین مقدار R-C بوده و جزء نافذترین عناصر و دارای بیشترین تاثیرگذاری و شاخص های اعتماد (۲)، توانمندسازی (۹)، پایداری زنجیره تأمین (۶) و افزونگی (۳) به ترتیب دارای کمترین مقدار R-C بوده و تاثیرپذیرترین شاخص ها در بین شاخص ها از نظر خبرگان را دارا می باشند.

تعیین مقدار آستانه و رسم نقشه علی - معلولی: به منظور ترسیم نقشه علی - معلولی باید ارزش (شدت) آستانه محاسبه گردد. با این روش از روابط جری صرف نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتماد را ترسیم کرد. بدین منظور، میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه و تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از آستانه بوده را صفر قرار داده. به عبارتی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی شود. سپس جهت ترسیم روابط علی و معلولی متغیرهای پژوهش، عناصر را باتوجه به مقدار عددی R+C و R-C در نموداری که R+C در محور افقی و R-C در محور عمودی قرار دارند، تعیین می گردد. نمودار علی - معلولی به تحلیلی امکان می دهد تا به سرعت میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری هر عامل بر عوامل دیگر مشخص است. شکل ۳ نمودار مختصات دکارتی علت و معلولی روش دیمتل را نشان می دهد.



شکل ۳: مختصات دکارتی شاخص‌های پژوهش

همان‌طور که از شکل مشخصه، متغیرهای بالای محور X ($R-C$ مثبت) متغیرهای علت و دارای بیشترین تاثیرگذاری و بالاترین متغیرها به عنوان نافذترین شاخص‌ها شناخته می‌شوند و پایین محور X ($R-C$ منفی) متغیرهای معلول و دارای بیشترین تاثیرپذیری می‌باشند و پایین‌ترین متغیر به عنوان وابسته‌ترین شاخص شناخته می‌شوند.

بحث و نتیجه‌گیری

پیشنیاز تاب‌آوری زنجیره‌تأمین، یافتن فاکتورهای اصلی و تاثیرگذار در این رابطه و برقراری ارتباط بین آنها می‌باشد. از این رو در این پژوهش با مرور گسترده پیشینه‌پژوهش و ادبیات موضوع در قالب مطالعه کتابخانه‌ای، عوامل موثر بر تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در قالب جدول ۱ ارائه و طبق نظر خبرگان، ۱۳ شاخص موثر در تاب‌آوری زنجیره‌تأمین دارو ارائه گردید. هدف این مقاله ارائه مدلی جهت تعاملات و تاثیر متقابل عوامل تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو می‌باشد. به منظور سطح‌بندی مولفه‌های تاب‌آوری زنجیره‌تأمین از مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شد که پس از طی مراحل و گام‌های آن، مدلی در ۸ سطح و با ۱۳ شاخص ارائه گردید. مطابق شکل ۱ نتایج حاصل از تحقیق نشان داد شاخص‌های چابکی و تسهیم اطلاعات/ تسهیم دانش به ترتیب در پایین‌ترین قسمت مدل ساختاری تفسیری (سطح ۸) قرار دارند که نشان دهنده تاثیرگذاری زیاد بر شاخص‌های دیگر است. به عبارت دیگر زیر بنا و پیشنیاز تاب‌آوری زنجیره‌تأمین در صنعت دارو شاخص‌های مذکور می‌باشد که باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. شاخص‌های چابکی و مشارکت و همکاری نافذترین و شاخص‌های اعتماد و پایداری در زنجیره‌تأمین وابسته‌ترین

عناصر در زنجیره تأمین صنعت دارو می باشند. نتایج تحلیل میک ماک و دیمتل نیز موارد ذکر شده را تایید می کند.

نتایج این مطالعه نشان می دهد که تاب آوری زنجیره تأمین صنعت دارو وابسته به افزایش توانایی، اعتماد، پایداری و اشتراک منابع و درآمد در زنجیره تأمین می باشد که این شاخص ها وابستگی زیادی به شاخص های دیگری دارند که امکانات لازم برای تاب آوری مهیا گردد، چابکی یکی از این امکانات می باشد. به وجود آوردن سیستم هایی که برای آگاهی از تغییرات در سلیقه مصرف کننده بتوان از آن استفاده کرد، از نیازهای دیگر می باشد. به کارگیری تکنولوژی های تولیدی که انعطاف پذیری مورد نیاز را به سازمان ارائه کند، از ضروریات دیگر برای چابکی و که پیش نیاز تاب آوری بوده، می باشد. از سویی برقراری آموزش های مستمر و مورد نیاز برای کارکنان جهت ایجاد مهارت و شایستگی، یک نیاز ضروری برای تاب آوری می باشد. همچنین باید برای کل زنجیره تأمین پیش بینی، آمادگی و برنامه ریزی مناسب و جامعی صورت گیرد. به این صورت که کل بخش های زنجیره تأمین باید در راستای هدف مشترکی گام بردارند تا تعامل کافی ایجاد گردد و اختلاف بین بخش های مختلف موجب کندشدن پاسخگویی به مشتری نگردد.

ترکیبی از شاخص هایی همانند سرعت، انعطاف پذیری، مشارکت و همکاری، شفافیت و رویت پذیری و افزونگی دارای قدرت محرک و وابستگی متوسطی می باشد که به توجه دقیق مدیریت در افزایش تاب آوری زنجیره تأمین نیاز دارند. زیرا تغییر جزئی در سطح این شاخص ها ممکن است به شدت منجر بر تاب آوری در سطح مناسبی از زنجیره تأمین گردد.

جهت آزمون و تایید مدل از روش میک ماک و دیمتل استفاده شده است که هر دو روش نتایج تحقیق را تایید می کنند. نتایج حاصل از تحلیل میک ماک نشان می دهد در میان متغیرها، شاخص ترین آنها به ترتیب، اعتماد، پایداری زنجیره تأمین، توانمندسازی، سرعت و اشتراک منابع و درآمد است که دارای قدرت وابستگی (بیشترین وابستگی) بوده و دارای قدرت نفوذ کم و درجه وابستگی زیاد نسبت به شاخص های دیگر می باشد. شاخص های مشارکت و همکاری، چابکی، تسهیم اطلاعات و پیش بینی و آمادگی در ناحیه مستقل قرار دارند که دارای قدرت نفوذ بالا و درجه وابستگی پایین برخوردار است و شاخص های انعطاف پذیری، انطباق و سازگاری و افزونگی در ناحیه پیوندی (ناحیه ۳) قرار دارد که بدان معناست که هرگونه عملی بر روی این شاخص ها باعث تغییر سایر شاخص ها می گردد. و در نهایت شاخص شفافیت و رویت پذیری (۱۲) در ناحیه ۱، ناحیه خودمختاری قرار دارند. این شاخص ها تا حدودی از سایر شاخص ها مجزا هستند و ارتباطات کمی با دیگر شاخص ها دارند. نتایج حاصل از دیمتل نیز نشان می دهد که شاخص های تسهیم اطلاعات، چابکی، پیش بینی و آمادگی و مشارکت و همکاری به ترتیب نافذترین عناصر و دارای بیشترین تاثیرگذاری و شاخص های اعتماد، توانمندسازی، پایداری زنجیره تأمین و افزونگی به ترتیب تاثیرپذیرترین شاخص ها در بین شاخص ها می باشند. و از طرفی جهت موفقیت در تاب آوری معیارهای مشارکت و همکاری، چابکی، اعتماد و تسهیم اطلاعات به ترتیب دارای بیشترین اهمیت می باشند.

منابع

- جهانی، مصطفی، مقبل باعرض، عباس، آذر، عادل. (۱۳۹۶). طراحی مدل سنجش تاب‌آوری زنجیره‌تأمین با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری. **چشم‌انداز مدیریت صنعتی**. ۷(۱)، ص ۹۱-۱۱۴.
- جعفرنژاد چقوشی، احمد، کاظمی، عالییه، عرب، علیرضا. (۱۳۹۵). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری تأمین‌کنندگان بر پایه روش بهترین - بدترین. **چشم‌انداز مدیریت صنعتی**. ۶(۳)، ص ۱۵۹-۱۸۶.
- جعفرنژاد چقوشی، احمد؛ هاشمی، سید حمید؛ طلایی، حمیدرضا؛ رویکردهای نوین در مدیریت زنجیره‌تأمین، تهران، **نشر نگاه دانش**، ۱۳۹۳.
- جعفرنژاد چقوشی، احمد، صفری، حسین، محسنی، مریم. (۱۳۹۴). تحلیل روابط میان اقدامات پارادایم‌های مدیریت زنجیره‌تأمین و معیارهای عملکردی با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری. **چشم‌انداز مدیریت صنعتی**.
- جعفرنژاد چقوشی، احمد و مریم محسنی. ۱۳۹۴. **ارائه چارچوبی برای بهبود عملکرد زنجیره‌تأمین تاب‌آور. مدیریت زنجیره‌تأمین**. ۵(۲)، ص ۹-۳۱.
- رحیمیان، محمد مهدی، رجب زاده قطری، علی. (۱۳۹۶). سنجش تاب‌آوری زنجیره‌تأمین با رویکرد سیستم‌های پیچیده سازگار؛ مطالعه موردی: صنعت داروسازی ایران. **پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری**. ۲(۲)، ص ۱۵۵-۱۹۵.
- صالحی صدقیانی، جمشید، خرمی، امیر، آقائی، میلاد. (۱۳۹۶). بررسی آسیب‌پذیری و اختلال در عملکرد زنجیره‌تأمین بر اساس سوانح طبیعی. **فصلنامه توسعه مدیریت منابع انسانی و پشتیبانی**. ۱۳۹۶(۴۶)، ص ۹۴-۱۳۰.
- صفایی قادی‌کلائی، عبدالحمید و سحر ولی پور پرکوهی، ۱۳۹۴، ارائه چارچوبی برای ایجاد زنجیره‌تأمین تاب‌آور، **اولین کنفرانس بین‌المللی حسابداری، مدیریت و نوآوری در کسب و کار**، گیلان. شهریور ۱۳۹۴.
- Ambulkar S., Blackhurst J., Grae S. (2015) "Firm's resilience to supply chain disruptions: Scale development and empirical examination", *Journal of Operations Management*, 33-34 p: 111-122.
- Azevedo, S. G., Carvalho, H., Cruz-Machado, V., & Grilo, F. (2010, September). The influence of agile and resilient practices on supply chain performance: an innovative conceptual model proposal. *In Hamburg International Conference of Logistics* (pp. 273-281).
- Azevedo, S.G., Govindan, K., Carvalho, H., Cruz-Machado, V. (2012). Ecosilient Index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 56, 131-146.

- Brandon-Jones, E., Squire, B., Autry, C. W., & Petersen, K. J. (2014). A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness. *Journal of Supply Chain Management*, 50(3), 55-73.
- Bratton, T. W., Mentzer, J. T., Foggin, J. H., Quinn, F. J., & Golicic, S. L. (2000). Supply chain collaboration: the enablers, impediments, and benefits. In *Council of Logistics Management Fall Meeting Council of Logistics Management*.
- Chowdhury, M. M. H., & Quaddus, M. A. (2015). A multiple objective optimization based QFD approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: *The case of garment industry of Bangladesh*. *Omega*, 57, 5-21.
- Christopher, M., & Lee, H. (2004). Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International journal of physical distribution & logistics management*.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). *Building the resilient supply chain*.
- Christopher, M., & Rutherford, C. (2004). *Creating supply chain resilience through agile six sigma*. *Critical eye*, 7(1), 24-28.
- Cruz, P. E. B. E. D. (2012). *Lean, agile, resilient and green supply chain management interoperability assessment methodology* (Doctoral dissertation, Faculdade de Ciências e Tecnologia).
- Dastyar, H., Mohammadi, A., & Mohamadlou, M. A. (2018, February). Designing a Model for Supply Chain Agility (SCA) Indexes Using Interpretive Structural Modeling (ISM). In *International Conference on Dynamics in Logistics* (pp. 58-66). Springer, Cham.
- Day, J. M. (2014). Fostering emergent resilience: the complex adaptive supply network of disaster relief. *International Journal of Production Research*, 52(7), 1970-1988.
- Dong, D., Liu, J., & Zhou, H. (2016, June). Influence factor analysis of supply chain resilience using ISM. In *2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)* (pp. 1-5). IEEE.
- Eckstein, D., Goellner, M., Blome, C., & Henke, M. (2015). The performance impact of supply chain agility and supply chain adaptability: the moderating effect of product complexity. *International Journal of Production Research*, 53(10), 3028-3046.
- Enyinda, C. I., Mbah, C. H., & Ogbuehi, A. (2010). An empirical analysis of risk mitigation in the pharmaceutical industry supply chain: A developing-country perspective. *Thunderbird International Business Review*, 52(1), 45-54.
- Grötsch, V. M., Blome, C., & Schleper, M. C. (2013). Antecedents of proactive supply chain risk management—a contingency theory perspective. *International Journal of Production Research*, 51(10), 2842-2867.
- Hall, A., Beck, E., & Hall, L. (2011). "Developing a capacity for organizational resilience through strategic human resource management". *Human Resource Management Review*, 21, 243– 255.

- Hendricks, K. B., & Singhal, V. R. (2005). An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm. *Production and Operations management*, 14(1), 35-52.
- Hohenstein, N. O., Feisel, E., Hartmann, E., & Giunipero, L. (2015). Research on the phenomenon of supply chain resilience: a systematic review and paths for further investigation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(1/2).
- Hugos, M. H. (2018). Essentials of supply chain management. John Wiley & Sons.
- Arndt, H. (2008). *Supply chain management*. Wiesbaden: Gabler.
- Jafarnejad Chaghoushi, Ahmad; Hashemi, Seyed Hamid; Talaei, Hamidreza; *New Approaches in Supply Chain Management*, Tehran, Negah Danesh Publishing, 2014. (in Persian)
- Jafarnejad Chaghoushi, Ahmad & Mohseni, M. 2015. Providing a framework for improving the performance of a resilient supply chain. *Supply Chain Management*. 17(48), 38-51. (in Persian)
- Jafarnejad, A., Safari, H., Mohseni, M. (2015). Analysis Relationships among Practices of Supply Chain Management Paradigms and Performance Measures by Interpretive Structural Modeling Approach (ISM). *Journal of Industrial Management Perspective*, 5(Issue 2, summer 2015), 9-31. (in Persian)
- Jafarnejad Chaghoushi, A., Kazemi, A., Arab, A. (2016). Identification and Prioritization of Supplier's Resiliency Evaluation Criteria Based on BWM. *Journal of Industrial Management Perspective*, 6(Issue 3, Autumn 2016), 159-186. (in Persian)
- Jafarnejad, A., Momeni, M., Razavi Hajiagha, S. H., & Faridi Khorshidi, M. (2019). A dynamic supply chain resilience model for medical equipment's industry. *Journal of Modelling in Management*, 14(3), 816-840.
- Jahani, M., Moghbel Baarz, A., Azar, A. (2017). Designing a Model for the Measurement of Supply Chain Resilience through SEM Approach. *Journal of Industrial Management Perspective*, 7(Issue 1, Spring 2017), 91-114. (in Persian)
- Jüttner, U., & Maklan, S. (2011). Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Kamalahmadi, M., & Parast, M. M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics*, 171, 116-133.
- Mancheri, N. A., Sprecher, B., Bailey, G., Ge, J., & Tukker, A. (2019). Effect of Chinese policies on rare earth supply chain resilience. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 101-112.
- Mehralian, G., Gatari, A. R., Morakabati, M., & Vatanpour, H. (2012). Developing a suitable model for supplier selection based on supply chain risks: an empirical

- study from Iranian pharmaceutical companies. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 11(1), 209.
- Melnyk S. A., Closs D. J., Griffis S.E., Zobel C.W., Macdonald J.R. (2014) "Understanding supply chain resilience", *Supply Chain Management Review*, Vol. 18, No. 1, pp. 34-41.
- Mohammed, A. (2020). Towards 'gresilient'supply chain management: A quantitative study. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104641.
- Narayana, S. A., Pati, R. K., & Vrat, P. (2014). Managerial research on the pharmaceutical supply chain—A critical review and some insights for future directions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 20(1), 18-40.
- Pathak, S. D., Day, J. M., Nair, A., Sawaya, W. J., & Kristal, M. M. (2007). Complexity and adaptivity in supply networks: Building supply network theory using a complex adaptive systems perspective. *Decision sciences*, 38(4), 547-580.
- Pitta, D. A., & Laric, M. V. (2004). *Value chains in health care. Journal of Consumer Marketing*.
- Ponomarov, S. Y., & Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The international journal of logistics management*.
- Rahimian, M., Rajabzadeh Ghatari, A. (2017). Measuring Supply Chain Resilience using Complex Adaptive Systems approach; Case Study: Iranian Pharmaceutical Industry. *Modern Research in Decision Making*, 2(2), 155-195. (in Persian)
- Rajesh, R. (2017). Technological capabilities and supply chain resilience of firms: A relational analysis using Total Interpretive Structural Modeling (TISM). *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 161-169.
- Rajesh, R., & Ravi, V. (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, 86, 343-359.
- Ramanathan, U., & Gunasekaran, A. (2014). Supply chain collaboration: Impact of success in long-term partnerships. *International Journal of Production Economics*, 147, 252-259.
- Rice, J. B., & Caniato, F. (2003). Building a secure and resilient supply network. *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT REVIEW*, V. 7, NO. 5 (SEPT./OCT. 2003), P. 22-30: ILL.
- Richey, R. G., & Autry, C. W. (2009). Assessing interfirm collaboration/technology investment tradeoffs. *The International Journal of Logistics Management*.
- Rostanzadeh, R., Ghorabae, M. K., Govindan, K., Esmaili, A., & Nobar, H. B. K. (2018). Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSIS-CRITIC approach. *Journal of Cleaner Production*, 175, 651-669.
- Saenz, M. J., Koufteros, X., Hohenstein, N. O., Feisel, E., Hartmann, E., & Giunipero, L. (2015). Research on the phenomenon of supply chain

- resilience. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Safaei Qadiklaei, Abdolhamid & Sahar Valipour Parkoochi, 2015, Presenting a Framework for Creating a Resilient Supply Chain, First International Conference on Accounting, *Management and Innovation in Business*, Gilan. (in Persian)
- Sahu, A. K., Datta, S., & Mahapatra, S. S. (2017). Evaluation of performance index in resilient supply chain: a fuzzy-based approach. *Benchmarking: An International Journal*.
- Salehi sadaghiani, J., Khorrami, A., aghaee, M. (2018). Investigating Vulnerability and Disruption of Supply Chain Performance Based on Natural Disasters. *Tose e Quarttely Development Management of The Human Resources and Logistics*, 1396(46), 94-130. (in Persian)
- Shah, N. (2005). Process industry supply chains: Advances and challenges. *Computers & Chemical Engineering*, 29(6), 1225-1235.
- Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*, 47(1), 41.
- Sinha, P. R., Whitman, L. E., & Malzahn, D. (2004). Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain. *Supply Chain Management: an international journal*.
- Soni, U., Jain, V., & Kumar, S. (2014). Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach. *Computers & Industrial Engineering*, 74, 11-25.
- Spiegler, V. L., Naim, M. M., & Wikner, J. (2012). A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, 50(21), 6162-6187.
- Stone, J., & Rahimifard, S. (2018). Resilience in agri-food supply chains: a critical analysis of the literature and synthesis of a novel framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 23(3).
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic management journal*, 28(13), 1319-1350.
- Töyli, J., Lorentz, H., Ojala, L., Wieland, A., & Wallenburg, C. M. (2013). The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Tukamuhabwa, B. R., Stevenson, M., Busby, J., & Zorzini, M. (2015). Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5592-5623.
- Zheng, J., Bakker, E., Knight, L., Gilhespy, H., Harland, C., & Walker, H. (2006). A strategic case for e-adoption in healthcare supply chains. *International Journal of Information Management*, 26(4), 290-301.