Industrial Management Journal

Print ISSN: 2008-5885

Online ISSN: 2423-5369

Designing a Resilience Assessment Model of the Electricity Industry Supply Chain Using Mixed Approach: Theme Analysis and Factor Analysis

Adel Azar
Prof., Department of Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: azara@modares.ac.ir

Meisam Shahbazi
*Corresponding author, Assistant Prof., Department of Industrial and financial, Farabi Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: meisamshahbazi@ut.ac.ir

Hamidraza Yazdani
Assistant Prof. Department of Management, Farabi Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hryazdani@ut.ac.ir

Omid Mahmoudian
PhD Candidate, Department of Operational Research, Farabi Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: omidmahmoudian@gmail.com

Abstract

Objective: Risk in the supply chain is disturbing it. In order to reduce the effects of risk, the supply chain must be designed in such a way that it can efficiently and effectively respond to environmental changes. Electrical industry is an important part of the economy of the country and any risk and disruption in it can lead to irreparable costs to the production and inter-dependent industries. It is necessary that the supply chain has a high resilience. Therefore, the aim of this research is to design a model for assessing the resilience of the electricity supply chain.

Methods: In this research, a theme analysis approach mixed with factor analysis approached was used to design a model for assessing the resilience of the supply chain of the electricity industry.

Results: The research findings were obtained through interviews with 15 experts (experienced experts in electrical engineering with a master's degree or higher, with the necessary experience and knowledge in this field) and a model to analyze the resilience of the power supply chain was designed using the theme analysis approach. Then, the relationship among the variables were analyzed through factor analysis using Smart PL software and collecting 323 questionnaires.

Conclusion: The results of the research showed that the effective measures for supply chain resonance in the electricity industry are divided into two general categories of internal and external criteria. Among internal criteria, three important dimensions of process issues, flexibility and agility are found and in the category of external criteria, the dimensions of the issues of actors, economic issues and environmental issues are important and effective.

Keywords: Resilience, Supply chain, Theme analysis, Electrical industry.

Citation: Azar, A., Shahbazi, M., Yazdani, H., & Moudian, O. (2019). Designing a Resilience Assessment Model of the Electricity Industry Supply Chain Using Mixed Approach: Theme Analysis and Factor Analysis. *Industrial Management Journal*, 11(1), 45-62. (*in Persian*)

Industrial Management Journal, 2019, Vol. 11, No.1, pp. 45-62

DOI: 10.22059/imj.2019.276716.1007563

Received: July 28, 2018; Accepted: January 02, 2019

© Faculty of Management, University of Tehran

فصلنامه مدیریت صنعتی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۵۸۸۵
شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۵۳۶۹

طراحی مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق با استفاده از رویکرد آمیخته: تحلیل تم ـ تحلیل عاملی

عادل آذر
استاد، گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: azara@modares.ac.ir

میثم شهبازی
* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت صنعتی و مالی، پردیس فارابی دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: meisamshahbazi@ut.ac.ir

حمیدرضا یزدانی
استادیار، گروه مدیریت بازرگانی و کسب‌وکار، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hryazdani@ut.ac.ir

امید محمودیان
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تحقیق در عملیات، پردیس فارابی دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: omidmahmoudian@gmail.com

چکیده

هدف: وجود ریسک در زنجیره تأمین اختلال ایجاد می‌کند، از این رو به‌منظور کاهش تأثیر ریسک، زنجیره تأمین باید به‌گونه‌ای طراحی شود که بتواند به‌طور کارا و مؤثر به تغییرات محیطی پاسخ دهد، از آنجا که صنعت برق، بخش مهمی از اقتصاد کشور را تشکیل می‌دهد و هر گونه ریسک و اختلال در جریان آن موجب می‌شود هزینه‌های جبران‌ناپذیری به تولید و صنایع وابسته به کشور وارد شود، ضرورت دارد که زنجیره تأمین صنعت برق تاب‌آوری شایان توجهی داشته باشد. از این رو هدف از اجرای این پژوهش، طراحی مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق است.

روش: در این پژوهش به‌منظور طراحی مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق، رویکرد آمیخته تحلیل تم ـ تحلیل عاملی به‌کار گرفته شده است.

یافته‌ها: در این پژوهش از طریق مصاحبه با ۱۵متخصص در صنعت برق که دارای مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر بودند و در این زمینه از تجربه و دانش لازم برخوردار بودند و رویکرد تحلیل تم، مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق طراحی شد، سپس با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی و به‌کمک نرم‌افزار Smart PLS و توزیع پرسش‌نامه و جمع‌آوری نظر ۳۲۳ نفر، روابط بین متغیرها بررسی و تحلیل شد.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد که معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق به دو دسته کلی معیارهای داخلی و خارجی دسته‌بندی می‌شوند. در دسته معیارهای داخلی سه بعد مهم مسائل فرایندی، انعطاف‌پذیری و چابکی قرار دارد و در دسته معیارهای خارجی، ابعاد مسائل بازیگران، مسائل اقتصادی و مسائل محیطی مهم و مؤثرند.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، زنجیره تأمین صنعت برق، تحلیل تم، تحلیل عاملی.

استناد: آذر، عادل؛ شهبازی، میثم؛ یزدانی، حمیدرضا؛ محمودیان، امید (۱۳۹۸). طراحی مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق با استفاده از رویکرد آمیخته: تحلیل تم ـ تحلیل عاملی. *مدیریت صنعتی*، ۱۱(۱)، ۴۵- ۶۲.

مدیریت صنعتی، ۱۳۹۸، دوره ۱۱، شماره ۱، صص. ۴۵- ۶۲
DOI: 10.22059/imj.2019.276716.1007563
دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۶، پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۲
© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

در حال حاضر، زنجیره‌های تأمین می‌بایست شماری از روندهای جدید کسب‌وکار و بازار نظیر جهانی‌شدن، برون‌سپاری، متمرکزسازی، فرایندهای ناب و غیره نظیر افزایش وابستگی به فناوری‌های اطلاعات را تعدیل کنند، این تعدیلات در کنار ایجاد مزیت‌های رقابتی، آنها را در مقابل ریسک‌های متعدد آسیب‌پذیرتر می‌سازد. بنا به نظر تانگ، در هر زنجیره تأمین دو نوع ریسک وجود دارد: ریسک‌های عملیاتی و ریسک‌های اختلال. ریسک‌های عملیاتی به بی‌اطمینان‌های ذاتی مربوط می‌شود، نظیر بی‌اطمینان‌های تقاضا، عرضه، زمان‌های انتظار تحویل، قیمت‌ها، موجود بودن مواد اولیه، کمیت و کیفیت محصولات مرجوعی، همراه با بی‌اطمینانی تقاضا که شایع‌ترین آنها محسوب می‌شود. بنابراین، نیاز به کشف ماهیت تصادفی زنجیره‌های تأمین، یعنی مدیریت کمی آن، دغدغه بسیار مهمی است. با اینکه احتمال وقوع ریسک‌های اختلال، نظیر زلزله، آتش‌سوزی، از کار افتادن تجهیزات، اعتراض کارگری و حملهٔ تروریستی، ضعیف است، هنگامی که رخ می‌دهند، تأثیر مهمی بر کسب‌وکار ایجاد می‌کنند (زیجینگ و داپنگ[1]، ۲۰۱۸)

به‌علاوه انتظارات مشتریان به‌تدریج سخت‌گیرانه‌تر می‌شود، به‌طوری که مشتریان محصولاتی با تعداد دقیق و زمان و مکان مشخص و درست تقاضا می‌کنند. در این میان، ایجاد توازن بین هزینه به‌دست آوردن توانایی‌های عملیاتی لازم برای برخورد با اختلال‌ها و سطح پذیرفته‌شده‌ای از تاب‌آوری، یکی از دغدغه‌های مهم است. انواع گوناگون اختلال‌ها مانند از کارافتادگی وسایل حمل و نقل، اعتصاب کارگری یا حتی وضعیت آب‌وهوای نامطلوب، بر عملیات عادی روزانه تأثیر می‌گذارند. با اینکه همه زنجیره‌ها در معرض این حوادث پیش‌بینی نشده قرار دارند، همان اختلال می‌تواند بر زنجیره‌های تأمین گوناگون، بسته به میزان تاب‌آوری آنها تأثیرات متفاوتی داشته باشد (لی، دونگ، جین و کانگ[2]، ۲۰۱۷).

تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین را می‌توان توانایی زنجیره تأمین برای بازگشت به حالت اولیه خود یا حرکت به‌سمت وضعیت جدید یا حتی مطلوب‌تر پس از قرار گرفتن در معرض اختلال توصیف کرد. به بیان دیگر، توانایی زنجیره تأمین برای آماده شدن در مقابل حوادث پیش‌بینی نشده، پاسخ به اختلال‌ها و بازیابی آنها از طریق حفظ تداوم عملیات در سطح مطلوب پیوستگی و نظارت بر ساختار و عملکرد آن، تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین تعریف می‌شود (براندون ـ جونز، اسکایر، آتری و پترسن[3]، ۲۰۱۴). از این رو، با توجه به ضرورت‌های مطرح شده، هدف پژوهش حاضر، طراحی مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین برق با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل تم و تحلیل عاملی است.

بیان مسئله

با توجه به محدود بودن منابع، افزایش جمعیت جهان، توسعه پایدار، گرم‌شدن کره زمین و تخریب محیط به‌دلیل مصرف فراوان برق، موضوع ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین برق در مباحث مدیریتی با اقبال زیادی روبه‌رو شده است. سازمان‌ها نیاز دارند که با پیاده‌سازی سیستم مناسب ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین برق، استفاده از منابع را هدایت و ارزیابی کنند تا بتوانند مسیر خود را برای رسیدن به اهداف مد نظر با رعایت تبعات محیطی، به‌صورت مناسب‌تری کنترل و مدیریت کنند (لی و همکاران، ۲۰۱۷).

1. Zaijing & Dapeng
2. Li, Dong, Jin, & Kang
3. Brandon, Squire, Autry & Petersen

به‌طور کلی، عواملی همچون قدیمی و مستهلک بودن ماشین‌آلات، تهیه مواد اولیه بی‌کیفیت، انحصار در تأمین مواد، مسائل خاص سیاسی و اقتصادی و حضور در منطقه حساس خاورمیانه، صنایع ایران را در معرض انواع ریسک‌ها و بروز انواع اختلال‌ها در زنجیره تأمین آنها قرار داده است (ذگردی، ۱۳۹۰). پس از سال ۱۳۰۰، با آگاهی و علاقه‌مندشدن بخش خصوصی به مزایای برق، رفته رفته در شهرهای بزرگ و کوچک ایران تأسیساتی برای تولید و توزیع و فروش برق ایجاد شد. این گونه فعالیت‌ها عموماً در مقیاس‌های کوچک و محدود و به‌طور کلی منفک از یکدیگر انجام می‌گرفت و البته در شرایط آن روزها نیاز به هماهنگی احساس نمی‌شد. در همین دوران برخی از کارخانه‌های صنعتی تازه‌تأسیس هم دارای تجهیزات برق اختصاصی شدند که دادوستدهایی نیز با مؤسسه‌های برق شهری انجام می‌دادند. در ۱۳۱۰ برای نخستین بار، بین دولت‌مردان موضوع شبانه‌روزی کردن برق در تهران مطرح شد و اقدامات اولیه برای تحقق آن صورت گرفت. پس از آن این صنعت در کشور همواره رو به رشد بوده است. اینک صنعت برق توانسته است بحران‌های دوران جنگ و پس از آن را با موفقیت پشت سر بگذارد و از لحاظ بین‌المللی نیز در جایگاهی درخوری قرار گیرد (زیجینگ و داپنگ، ۲۰۱۸).

آسیب‌های وارد شده به شبکه‌های توزیع، طراحی شبکه‌های توزیع، بهره‌برداری شبکه‌های توزیع، کیفیت توان، اتوماسیون شبکه‌های توزیع، مدیریت مصرف بار و هدفمندسازی یارانه‌ها در صنعت برق، افزایش قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع، مطالعات اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست، حفاظت و ایمنی در شبکه‌های توزیع و تجزیه و تحلیل حوادث در شبکه‌های توزیع، از دغدغه‌های اساسی صنعت برق کشور است (خسروی و شاهرودی، ۱۳۹۳). از این رو، مسئله اصلی پژوهش حاضر، طراحی مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق است. از این رو سؤال پژوهش به این شکل مطرح می‌شود: مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق چگونه است؟

پیشینه پژوهش

با توجه به ادبیات زنجیره تأمین، تاب‌آوری عبارت است از: توانایی مقابله با آشفتگی‌های پیش‌بینی نشده در زنجیره تأمین. در حالی که ادبیات مربوط به تاب‌آوری زنجیره تأمین همچنان رو به افزایش است، می‌توان گفت که در این زمینه تحقیقی در حوزه دریایی صورت نگرفته است. برخی دانشمندان از روش‌های کمّی برای ارزیابی تاب‌آوری استفاده کرده‌اند، از جمله هنری و رامیرز ـ مارکوئز[1] (۲۰۱۲) و تاب‌آوری را نسبت زمان بازیابی در حداکثر زیان دانسته‌اند. آزودو، گوندون، کارالو و ماکادو[2] (۲۰۱۳) برای ارزیابی تاب‌آوری بالادستی‌های زنجیره تأمین خودرو، شاخص محیطی اتخاذ کرده‌اند. این شاخص با گردآوری مجموعه‌ای از اقدامات مدیریت زنجیره تأمین در رابطه با پارادایم تاب‌آوری ارائه شده است. پانت، مارکر، ماکوئیز و راکو[3] (۲۰۱۴) نیز به بیان اقدامات تصادفی تاب‌آوری برای اندازه‌گیری عدم اطمینان پرداخته و بر اساس مدل هنری و رامیرز ـ مارکوئز (۲۰۱۲) در زمینه پایانه‌های کانتینر، مدلی شامل یک تابع آسیب‌پذیری و قابلیت بازیابی ارائه داده‌اند. در هر حال، این تجزیه و تحلیل به حیطه بحث‌های کیفی زنجیره تأمین، از قبیل مفهوم‌سازی

1. Henry, & Ramirez-Marquez
2. Azevedo, Govindan, Carvalho, Machado
3. Pant, Barker, Ramirez-Marquez, & Rocco

«مثلث تاب‌آوری» با در نظر گرفتن عواملی همچون استحکام (تأثیر اولیه بر سیستم) و سرعت (سرعت بازیابی) راه نیافته است (مک‌دانلیز، چانگ، ماکوئز، لونگستافف[1]، ۲۰۰۸).

در مقاله کریمی دستجردی، اکبری، جوکار، فیض‌آبادی (۱۳۸۸) با استفاده از نوعی روش تحقیق کیفی و نظرخواهی از خبرگان صنعت خودرو، تلاش شده است که پیکربندی زنجیره‌های تأمین بر مبنای توانمندی‌های زنجیره تـأمین پیشـنهاد شود. در این تحقیق با بهره‌مندی از نظر خبرگان صنعت خودرو در پنج زنجیـره تـأمین (شـرکت‌هـای دایملـر، فیـات، ایـران خودرو، سایپا و مرکز بهمن موتور)، سه نوع زنجیره تأمین بر مبنای توانمندی‌های زنجیره تأمین و عوامل محیطـی مشـخص شده است که عبارت‌اند از: زنجیره‌های تأمین بدون اتلاف، زنجیره‌های تأمین مشتری‌محور و زنجیره‌های تأمین نوآور.

صادقی مقدم، مؤمنی و نالچیگر (۱۳۸۸) معتقدند شیوه‌های مدیریت تولید گذشته که در فرایندهای خود یکپـارچگی کمتری را دنبال می‌کردند، کارایی خود را از دست داده‌اند و اکنون زنجیره تأمین به‌عنوان رویکـردی یکپارچـه مـی‌توانـد جریان مواد، کالاها، اطلاعات و مالی را به‌طور مناسبی مدیریت کند و توانایی پاسخ بـه ایـن شـرایط را دارد. در راسـتای پیاده‌سازی این فلسفه، ابزارهـا و تکنیـک‌هـای قـدیمی و جدیـد ماننـد برنامـه‌ریـزی ریاضـی، شـبیه‌سـازی، روش‌هـای متاهیورستیک و ... یاری‌دهنده هستند.

دانشمندان روش‌هایی را برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین بیان کرده‌اند. بـه گفتـه کـاروالو و ماکـادو[2] (۲۰۱۱)، تاب‌آوری مقوله‌ای است که باید طراحی شود. وی معتقد است که باید بین گره‌های متعـدد تـأمین‌کننـدگان و مشـتریان، همکاری، انعطاف‌پذیری و شفافیت ایجاد شود. همکاری شامل افزایش میزان تسهیم اطلاعات است؛ بـه‌طـوری کـه اگـر شرکتی در زنجیره تأمین تحت تأثیر قرار گیرد، تأثیرات منفی آن ممکن است به‌صورت موج‌وار بـه درون زنجیـره تـأمین حرکت کند (کاروالو و همکاران، ۲۰۱۱). زنجیره‌های تأمین انعطاف‌پذیر قادرند به‌طور مؤثری با آشفتگی‌ها انطباق یابند تـا همان میزان بازدهی را حفظ کنند (استیونسون و اسپرینگ[3]، ۲۰۰۷). در این زمینـه مـی‌تـوان بـه مثـال‌هـای ویـژه‌ای از توانایی‌های انعطاف‌پذیری اشاره کرد، از جمله قراردادهای انعطاف‌پذیر با امکان ایجاد تغییرات انعطاف‌پذیر در زمینه کمیت و زمان تحویل، نیروی کار چند مهارتی و روابط محکم تأمین‌کننـده و مشـتری. کـاروالو و کـروز ـ ماکـادو[4] (۲۰۰۷) نیـز شفافیت را عاملی مهم برای به حداقل رساندن آثار منفی آشفتگی‌ها می‌پندارند. هارلند، برنچلـی و والکـر[5] (۲۰۰۳) نشـان دادند در زنجیره‌های تأمینی که بررسی کرده‌اند، کمتر از نیمی از ریسک‌ها برای شـرکت نمایـان هسـتند. آنهـا راه دیگـرِ جلوگیری از آشفتگی‌ها را ایجاد افزونگی در ساختارهای زنجیره تأمین معرفی کردند. ظرفیـت افزونـه، ظرفیـت اضـافه‌ای است که می‌تواند طی حوادث پیش‌بینی نشده، جایگزین کمبود ظرفیت شود (ایوانوف و سوکولوف[6]، ۲۰۱۳). به‌طور کلـی، افزونگی به امنیت انبار (موجودی) مربوط می‌شود، در حالی که افزونگی ظرفیـت حمـل و نقـل و سیسـتم‌هـای فنـاوری اطلاعات، به شکل دیگری است (برلی، رایس و آسبیونشلت[7]، ۲۰۱۱). در ادامه به خلاصه‌ای از تحقیقات داخلی و خارجی انجام شده در خصوص موضوع پژوهش اشاره شده است (جدول ۱).

1. McDaniels, Chang, Mikawoz, & Longstaff
2. Carvalho, & Cruz-Machado
3. Stevenson & Spring
4. Carvalho, & Cruz Machado
5. Harland, Brenchley and Walker
6. Ivanov & Sokolov
7. Berle, Rice, & Asbjørnslett

جدول ۱. جدول پیشینه پژوهش

نویسنده	سال	تشریح مقاله
دیگزیت، ساشادرنیت و تیواری	۲۰۱۶	معیارهای مدل شامل درصد تقاضای برآورده نشده پس از فاجعه، مجموع هزینه حمل و نقل پس از فاجعه است.
آزودو و همکاران	۲۰۱۶	مدل آنها شامل استراتژی‌های منبع‌یابی برای فراهم کردن امکان تعویض تأمین‌کنندگان، مبنای تأمین انعطاف‌پذیر/ منبع‌یابی انعطاف‌پذیر، موجودی استراتژیک، کاهش زمان انتظار، ایجاد وضوح در کل زنجیره تأمین، حمل و نقل انعطاف‌پذیر، ایجاد وضوح برای دیدگاهی شفاف از موجودی‌های جریان خودی و شرایط تقاضا، چابکی، همکاری، تسهیم اطلاعات است.
حسینی و بارکر[1]	۲۰۱۶	معیارهای مدل این محققان شامل تفکیک جغرافیایی، موجودی مازاد، قرارداد بستن با تأمین‌کننده پشتیبان، حفاظت فیزیکی، تغییر مسیر، بودجه بازسازی، احیای منابع فنی است.
مونوز و دونبار[2]	۲۰۱۵	معیارهای مدل آنها شامل بازیابی، تأثیر، کاهش عملکرد، طول پروفایل، مجموع وزنی F۲۶ تا F۲۹ می‌شود.
کاردوسو، باربوسا، رلواس و نویس[3]	۲۰۱۵	معیارهای مدل آنها شامل طراحی شبکه، پیچیدگی گره، پیچیدگی جریان، تراکم، پیچیدگی گره، متمرکزسازی شبکه، تعداد جریان‌های داخلی و خارجی، شدت جریان‌های داخلی و خارجی، عملیاتی، ارزش خالص فعلی مورد انتظار، میزان خدمات مشتری مورد انتظار، سرمایه‌گذاری است.
چودری و گواددوس[4]	۲۰۱۵	استراتژی‌های تاب‌آوری ارجح برای کاهش آسیب‌پذیری‌ها عبارت‌اند از: ۱. ظرفیت پشتیبان، ۲. ایجاد رابطه با خریداران و تأمین‌کنندگان، ۳. کنترل کیفیت، ۴. توسعه مهارت و کارایی، ۵. اتخاذ ICT، ۶. پیش‌بینی تقاضا، ۷. پاسخگویی به مشتریان و ۸. بهبود سیستم امنیت.
کیم، چن و لیندرمن[5]	۲۰۱۵	بین اختلال‌های موجود در گره‌ها/ قوس‌ها و کل شبکه زنجیره تأمین تمایز قائل شدند و موجی برای تاب‌آوری شبکه عرضه بر اساس تعداد مجموع اختلال‌های گره/قوس ارائه کردند.
مونوز و دونبار	۲۰۱۵	مدل آنها نشان داد که ابعاد فردی تاب‌آوری می‌تواند پاسخ شفاف در سطح شرکت واحد را توضیح دهد، در حالی که وجود ابعاد متعدد تاب‌آوری در گره‌های متعدد، برای توضیح واکنش عملکردی به اختلال‌های زنجیره تأمین ظرفیت بیشتری دارد.
راجش و راوی[6]	۲۰۱۵	آنها با استفاده از روش خاکستری به ارائه مدل انتخاب تأمین‌کننده برای ایجاد زنجیره تأمین تاب‌آور، پرداختند. با در نظر گرفتن یک زنجیره تأمین الکترونیک به‌عنوان نمونه پژوهش، همراه با شش تأمین‌کننده جایگزین، مقادیر احتمال خاکستری برای انتخاب تأمین‌کننده را محاسبه کرده و سپس تأمین‌کنندگان را اولویت‌بندی کردند. ویژگی‌هایی که آنها برای تأمین‌کننده تاب‌آور در نظر گرفتند، عبارت بودند از: کیفیت، هزینه، انعطاف‌پذیری، سرعت، وضوح، آسیب‌پذیری، همکاری، آگاهی ریسک، تداوم، فناوری، R&D، ایمنی و مسائل زیست محیطی.
وانگ، هرتی و ژائو[7]	۲۰۱۵	با در نظر گرفتن دیدگاه تأمین‌کننده، استراتژی‌های مسیریابی مجدد اقتضایی را برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین بررسی کردند. آنها به‌منظور تعیین استراتژی مسیریابی مجدد برای جریان محصول در یک زنجیره تأمین تحت اختلال، یک مدل بهینه‌سازی ارائه دادند.
ترابی، باقرساد و منصوری[8]	۲۰۱۵	با در نظر گرفتن چند استراتژی پیشگیرانه نظیر برنامه‌های تداوم کسب‌وکار، تقویت تأمین‌کنندگان و قرارداد با تأمین‌کنندگان پشتیبان، یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی برای پرداختن به انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش برای ساخت یک پایه عرضه تاب‌آور در ریسک‌های اختلال و عملیاتی ارائه کردند.
سونی، جین و کمر[9]	۲۰۱۴	مدل توانمندسازهای تاب‌آوری را چابکی، همکاری، تسهیم اطلاعات، پایداری، تسهیم ریسک و درآمد، اعتماد، وضوح، فرهنگ مدیریت ریسک، توانایی انطباق و ساختار دانستند.

1. Hosseini & Barker
2. Munoz & Dunbar
3. Cardoso, Barbosa-Pavoa, Relvas, and Novais
4. Chowdhury & Quaddus
5. Kim, Chen, & Linderman
6. Rajesh, & Ravi
7. Wang, Herty, & Zhao
8. Torabi, Baghersad, & Mansouri
9. Soni, Jain, & Kumar

ادامه جدول ۱

نویسنده	سال	تشریح مقاله
ملینک ، کلاسو، گریفیس، زوبل و مکد[1]	۲۰۱۴	مدلی را ارائه کردند که شامل هشت استراتژی بود: ۱. سرمایه‌گذاری غیرمستقیم، ۲. کشف، ۳. اطلاعات، ۴. طراحی زنجیره تأمین، ۵. سپرها، ۶. انعطاف‌پذیری عملیاتی، ۷. امنیت، ۸. آمادگی. همچنین چهار مرحله برای تاب‌آوری برشمردند: اجتناب، مهار، ثبات و بازگشت. سپس بررسی کردند که چگونه سرمایه‌گذاری‌های تاب‌آوری در هر استراتژی بر چهار مرحله تاب‌آوری به روش‌های مختلف اثر می‌گذارد.
سونی و همکاران	۲۰۱۴	معیارهای مدل آنان شامل پایداری، تسهیم ریسک و درآمد، اعتماد، وضوح، فرهنگ مدیریت ریسک، توانایی سازگاری، ساختار بود.
براندون ـ جونز و همکاران	۲۰۱۴	معیارهای مدل آنان شامل اتصال زنجیره تأمین، تسهیم اطلاعات، وضوح زنجیره تأمین، تاب‌آوری زنجیره تأمین، استحکام زنجیره تأمین، پویایی محیط، پیچیدگی مقیاس، تمایز، پیچیدگی تحویل می‌شود.
ساویک[2]	۲۰۱۳	برای انتخاب پورتفولیوی عرضه تاب‌آور بر اساس استراتژی‌های موجودی اضطراری پشتیبان و حفاظت از تأمین‌کننده، مدل جدیدی ارائه دادند. یک پورتفولیوی عرضه تاب‌آور به‌وسیله تأمین‌کنندگان حفاظت شده‌ای معین می‌شود که در مواجهه با حوادث اختلال، می‌تواند بخش‌هایی را تأمین کند.
گونگ، میتچل، کریشنامرتحی و ولکه[3]	۲۰۱۳	مدلی برای احیای زنجیره تأمین ارائه دادند که اختلال‌های خدمات فراهم شده توسط سیستم‌های زیرساخت را در نظر می‌گیرد. آنها پیوستگی‌های درونی بین شبکه زنجیره تأمین و زیرساخت‌ها را شناسایی و مدل‌سازی کردند و از این مدل برای ساخت برنامه‌های بازگردانی و احیای زنجیره تأمین که می‌تواند تاب‌آوری شرکت را در مقابل اختلال‌ها بهبود بخشد، بهره بردند.
لوزادا، سکاپارزا و هنلی[4]	۲۰۱۲	یک مدل شامل برنامه خطی آمیخته با عدد صحیح دو سطحی برای حفاظت شبکه امکانات از نوع متوسط و ناتوان‌کننده در مقابل بدترین زیان‌ها با در نظر گرفتن نقش زمان بازیابی امکانات در عملکرد سیستم و احتمال اختلال‌های متعدد در طول زمان ارائه دادند. آنها همچنین از سه رویکرد تجزیه برای حل نمونه‌های مسائل بزرگ استفاده کردند. تحلیل آنها بر موازنه بین حمایت از سرمایه‌گذاری و دستاوردهای کارایی تأکید می‌کند.
کلیبی و مارتل[5]	۲۰۱۲	مدلی برای طراحی شبکه تأمین ارائه کردند که شامل قاعده‌سازی‌هایی در جست‌وجوی تاب‌آوری، در رابطه با مسئله چند ساله محل ـ حمل و نقل است. همچنین این مدل راه‌حل کلی برای ایجاد طراحی‌های شبکه عرضه تاب‌آور و کارآمد است. نتایج آنها نشان می‌دهد که گنجاندن کیفیت پیش‌بینی واکنش کاربر در مدل طراحی، مسئله‌ای حیاتی است. دستاوردهای مهم با استفاده از نمایش‌های دقیق‌تر تصمیمات تحویل (مسیرها در مقابل جریان‌ها) و مدل‌های پیچیده، بر اساس نمونه‌های سناریو حاصل می‌شود.
کاربال، گریلو و کروزماکادو[6]	۲۰۱۲	آنان یک مدل تحلیلی فرایند شبکه (ANP) برای اندازه‌گیری چهار توانایی یک زنجیره تأمین با توجه به اصول چابکی، ناب، تاب‌آوری و سبز ارائه کردند.
آدنزو، منا، کارباجال و لیتچی[7]	۲۰۱۲	معیارهای مدل این محققان شامل پیچیدگی گره، پیچیدگی تأمین‌کنندگان، حساسیت منابع، تراکم، تراکم واریانس، حساسیت گره، پیچیدگی جریان، پایایی گره، پایایی جریان، پایایی خوشه، پایایی گره واریانس، پایایی جریان واریانس، پایایی خوشه واریانس است.
ژائو، کامر، هریسون و ین[8]	۲۰۱۱	معیارهای این مدل عبارت‌اند از: ۱. در دسترس بودن درصدی از گره‌های تقاضا که به گره‌های عرضه، دسترسی دارند، ۲. اتصال: اندازه بزرگ‌ترین زیرشبکه وظیفه‌ای، ۳. دسترس‌پذیری: حداکثر طول مسیر عرضه و متوسط طول مسیر عرضه.
کاروالو	۲۰۱۱	وی با نمونه پژوهی اکتشافی در زنجیره تأمین خودروی پرتغال، یک مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین و دو شاخص تاب‌آوری (شاخص‌های تاب‌آوری تحویل به‌موقع با کمبود ظرفیت و تحویل به موقع با کمبود مواد) ارائه داد.
ونگ، ژائو و آی پی	۲۰۱۰	معیارهای مدل این محققان شامل پایایی عرضه، پایایی حاشیه، عامل میان (ظرفیت تقاضا، عرضه و حمل و نقل) و تقاضا، تاب‌آوری شبکه، مجموع وزنی تاب‌آوری هر گره است.

1.Melnyk, Closs, Griffis, Zobel, & Macd
2. Sawik
3. Gong, Mitchell, Krishnamurthy, & Wallace
4. Losada, Scaparra, & O'Hanley
5. Klibi, & Martel
6. Cabral, Grilo, & Cruz Machado
7. Adenso-Diaz, Mena, Garcia-Carbajal, & Lietchy
8. Zhao, Kumar, Harrison & Yen

ادامه جدول ۱

نویسنده	سال	تشریح مقاله
فالاسکا و زوبل[1]	۲۰۰۸	تلاش کردند بر اساس سه بعد (پیچیدگی، تراکم و گره‌ها) معرفی شده توسط کریگهد، بکهرست، رونگتوسناتهام و هندفیلد (۲۰۰۷)، یک مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین در مقابل بلایای طبیعی ایجاد کنند.
کاروالو، ملکی و کروز ماچادو[2]	۲۰۰۷	آنها تنوع، انطباق‌پذیری و انسجام (به‌هم‌پیوستگی) را توانایی‌های اصلی مدل تاب‌آوری زنجیره تأمین در نظر گرفتند، سپس یک شاخص تاب‌آوری زنجیره تأمین و یک نماگر تاب‌آوری زنجیره تأمین ارائه کردند. شاخص تاب‌آوری زنجیره تأمین امکان ارزیابی توانایی‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین را فراهم می‌آورد و نماگر تاب‌آوری زنجیره تأمین، اندازه‌گیری واکنش سیستم به اختلال‌ها را امکان‌پذیر می‌کند.
مورینو، رومانو، سانتیلو[3]	۲۰۰۷	با استفاده از شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم و طراحی آزمایش‌ها (DOE) ، بر اساس سه معیار عملکرد (میزان موجودی، تعداد تأمین‌کنندگان، زمان تولید (سرعت)) و ارتباط آنها، یک تابع نوآوری به‌وجود آوردند.
تانگ[4]	۲۰۰۶	وی به معرفی مدلی با ۹ استراتژی قدرتمند پرداخت که عبارت‌اند از: ۱. تعویق؛ ۲. انبار استراتژیک؛ ۳. پایه عرضه انعطاف‌پذیر؛ ۴. ساخت و خرید؛ ۵. مشوق‌های اقتصادی عرضه؛ ۶. حمل و نقل انعطاف‌پذیر؛ ۷. مدیریت درآمد؛ ۸. برنامه‌ریزی دسته‌بندی پویا؛ وی معتقد بود که برخورداری از یک استراتژی قدرتمند زنجیره تأمین، می‌تواند شرکت را تاب‌آورتر سازد. همچنین تانگ به سه نمونه پژوهی موفق در شرکت‌های نوکیا، لی اند فونگ، و دل اشاره کرده است.
چاپرا و سودی[5]	۲۰۰۴	مدل تاب‌آوری زنجیره تأمین آنها شامل ۱. افزایش ظرفیت؛ ۲. افزایش موجودی؛ ۳. تأمین‌کنندگان اضافه/ فرعی؛ ۴. افزایش پاسخ‌گویی؛ ۵. افزایش انعطاف‌پذیری؛ ۶. تقاضای کل؛ ۷. افزایش توانایی‌ها؛ ۸. برخورداری از حساب‌های مشتریان بیشتر بود.

بررسی تحقیقات گذشته در حوزه تاب‌آوری زنجیره تأمین برق نشان داد که موضوع این پژوهش، موضوع نوپایی است و درباره آن تحقیقی صورت نگرفته است و شاید بتوان گفت این تحقیق یکی از اولین پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه از صنعت است. همچنین تحقیقات قبل هر یک از دریچه خاصی به مسئله نگریسته‌اند و به این موضوع از دید کلی نگاه نکرده‌اند. می‌توان ادعا کرد که چون مدل این پژوهش بدون سطحی‌نگری و با دید وسیع طراحی شده است، خلأ تحقیقات قبل را پوشش می‌دهد. همچنین در این تحقیق بر خلاف تحقیقات قبل تکیه اصلی خود را بر روش‌های کیفی گذاشته است تا از این طریق بتواند علاوه بر استفاده از دانش محققان که در این زمینه وجود دارد، از تجربه فعالان این صنعت در طراحی مدل استفاده کند.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش برای طراحی مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق، از رویکرد آمیخته تحلیل تم ـ تحلیل عاملی استفاده شده است.

مرحله اول: تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل تم

در این پژوهش از طریق مصاحبه با ۱۵متخصص در صنعت برق که دارای مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر بودند و در این زمینه، تجربه و دانش کافی داشتند و همچنین مرور ادبیات نظری و روش تحلیل تم، مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق طراحی شد. در این مرحله کدهای مختلف به‌طور مرتب در قالب تم‌های اصلی قرار گرفتند و همه داده‌های کدگذاری شده مرتبط با هر یک از تم‌ها، شناخته و گردآوری شدند.

1. Falasca, & Zobel
2. Carvalho, Maleki, & Cruz-Machado
3. Murinho, Romano & Santillo
4. Tang
5. Chopra, & Meindl

جدول ۲. کد گذاری مربوط به تحلیل تم پس از مصاحبه با ۱۵ خبره صنعت برق برای تعیین مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین

تم ها	D۱	D۲	D۳	D٤	D٥	D٦	D۷	D۸	D۹	D۱۰	D۱۱	D۱۲	D۱۳	D۱٤	D۱٥	D۱٦	تکرار
عملکرد ـ کارایی (راندمان)	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓			✓	✓	۱۱
منابع مالی (بودجه)	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	۱۲
به هم‌پیوستگی		✓					✓		✓	✓					✓	✓	۶
رعد و برق (صاعقه)			✓	✓								✓			✓		۴
عمر دستگاه‌ها ـ استهلاک فرسودگی	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		۱۲
پاسخ‌گویی سریع				✓					✓	✓	✓	✓			✓		۶
تلفات			✓			✓		✓		✓					✓		۵
مسائل بین‌المللی			✓		✓		✓						✓		✓		۵
هوشمندسازی (دیجیتالی)	✓	✓	✓	✓					✓					✓	✓	✓	۸
بدهکاری صنعت برق	✓					✓	✓								✓	✓	۵
ریکاوری (بازیابی)	✓	✓		✓	✓	✓				✓			✓		✓		۸
خودتنظیمی	✓	✓								✓			✓		✓		۵
آرایش نیروگاه‌ها (طراحی)	✓	✓							✓		✓				✓		۵
خصوصی‌سازی					✓				✓	✓					✓		۴
برنامه‌ریزی	✓			✓	✓			✓	✓			✓	✓		✓		۸
آلودگی محیط زیست			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓	✓	۱۰
تجربه ـ درس‌آموزی	✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓					✓		۸
ساختار		✓				✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓		۸
مقاوم‌سازی شبکه	✓		✓		✓	✓			✓	✓					✓		۷
قابلیت اطمینان	✓			✓	✓			✓	✓				✓	✓	✓		۸
سازوکارهای پیشگیرانه	✓	✓				✓			✓	✓		✓	✓		✓		۸
نظارت (پایش) ـ کنترل	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	۱۳
شفافیت	✓	✓				✓									✓		۴
ناآرامی و اعتصاب	✓						✓								✓		۳
تروریستی	✓	✓					✓		✓	✓					✓		۶
مشتری‌مداری (اجتماعی)	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	۱۲
تعادل مصرف و تولید	✓	✓	✓				✓	✓				✓		✓	✓	✓	۹
زیرساخت ـ سرمایه فیزیکی	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓				✓		✓		۹
زیرساخت فناوری اطلاعات	✓		✓		✓				✓		✓	✓	✓		✓		۸
خشکسالی	✓		✓	✓			✓		✓						✓		۶
سرمایه‌گذاری	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	۱۲
قیمت (نرخ) ارز	✓						✓		✓	✓					✓		۵

ادامه جدول ۲

تم ها	D۱	D۲	D۳	D٤	D٥	D٦	D۷	D۸	D۹	D۱۰	D۱۱	D۱۲	D۱۳	D۱٤	D۱٥	D۱٦	تکرار
قوانین مجلس	✓	✓	✓						✓			✓		✓	✓		۷
مدیریت	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	۱۲
نیروی انسانی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	۱۳
تحریم	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓				✓			✓		۹
قیمت برق	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	۱۴
اتوماسیون	✓		✓	✓											✓		۴
یارانه	✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓		✓			✓		۹
تعمیرات و نگهداری	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		۱۴
سیل ـ سیلاب	✓		✓		✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓		۹
زلزله	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓		۱۰
حملات سایبری	✓	✓	✓				✓			✓			✓		✓		۷
سرعت	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		۱۱
تقاضا (مصرف)	✓	✓	✓		✓			✓	✓						✓		۷
برف	✓			✓	✓								✓		✓		۵
پایداری	✓	✓			✓				✓	✓	✓		✓		✓		۹
فرهنگ مصرف (الگو)			✓	✓	✓		✓	✓				✓		✓	✓		۸
طوفان	✓		✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		۱۱
ریزگرد				✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		۱۰
برق غیرمجاز				✓		✓				✓					✓		۴
گستردگی شبکه		✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓		۱۰
تجهیزات (فنی)- تکنولوژی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	۱۶
دیسپاچینگ					✓				✓	✓		✓			✓		۵
مسائل سیاسی	✓	✓			✓		✓				✓			✓	✓		۷
برق رایگان						✓	✓	✓		✓					✓		۵
نگاه بنگاه‌داری		✓		✓		✓			✓			✓		✓	✓	✓	۸
واکنش اضطراری	✓				✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓		۹
رانت				✓		✓		✓	✓						✓		۵
آمادگی شبکه										✓					✓		۲
جنگ										✓			✓	✓	✓		۴
رانش زمین			✓										✓	✓	✓		۴
شرایط اقتصادی کشور										✓	✓	✓	✓	✓	✓		۶

با بررسی مجدد و پالایش بیشتر تم‌ها، تلاش شد که تم‌ها، به اندازه کافی مجزا، غیرتکراری و کلان باشند تا مجموعه ایده‌های مطرح‌شده در بخش‌های مختلف متون را دربربگیرند. در ادامه معیارها و زیرمعیارها با توجه به تکرار آنها در مصاحبه‌ها به‌دست آمد که نتایج آن در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

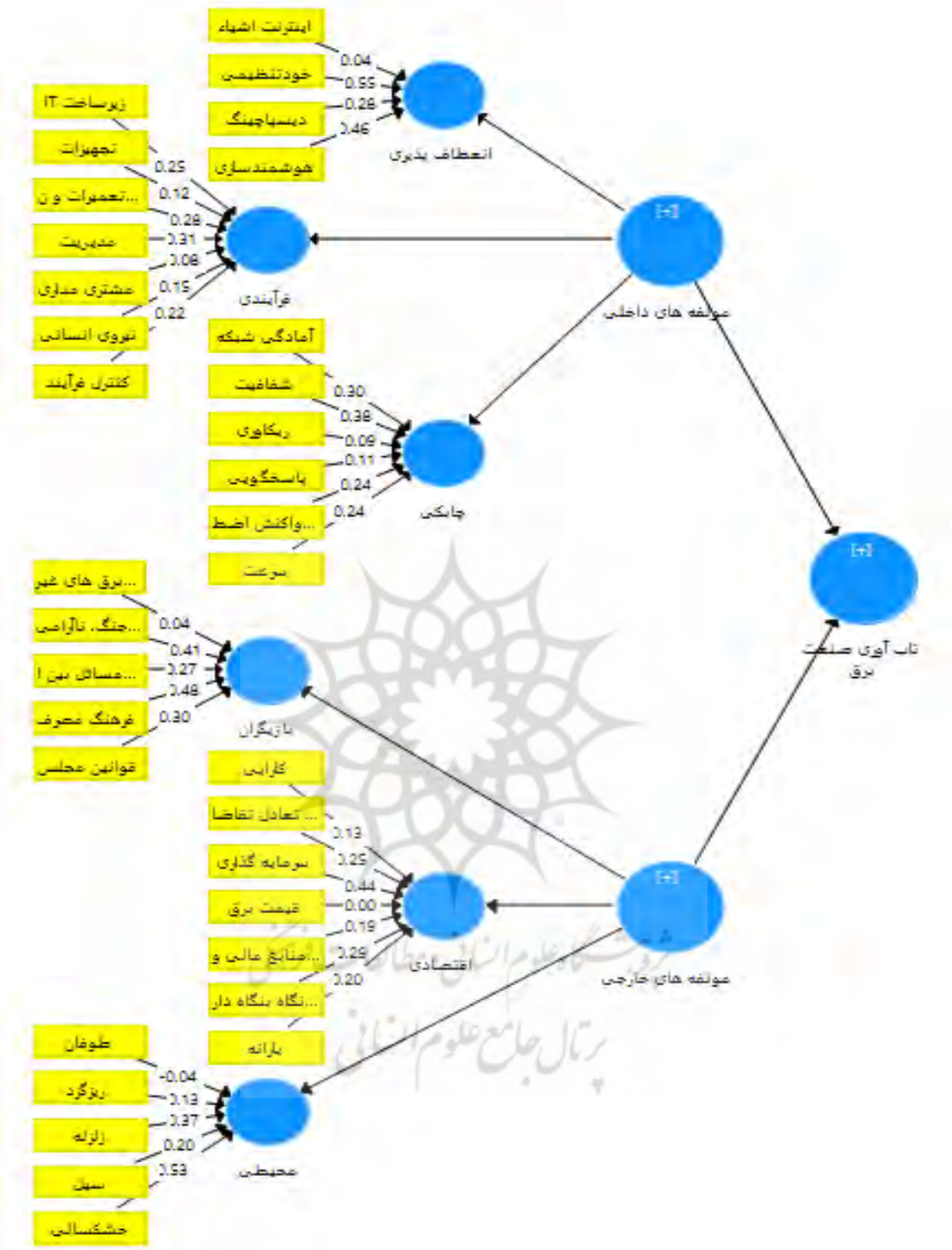
در ادامه، چون تعداد کل شواهد رفتاری (نکات کلیدی مصاحبه‌ها) و مفاهیم زیاد بود، از مجموع کدهای به‌دست آمده از نظرهای ۱۵ متخصص شرکت‌کننده در مصاحبه، ۵۳ مفهوم در شش مقوله مسائل محیطی، مسائل فرایندی، مسائل بازیگران، مسائل اقتصادی، چابکی و انعطاف‌پذیری دسته‌بندی شدند (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج کدگذاری

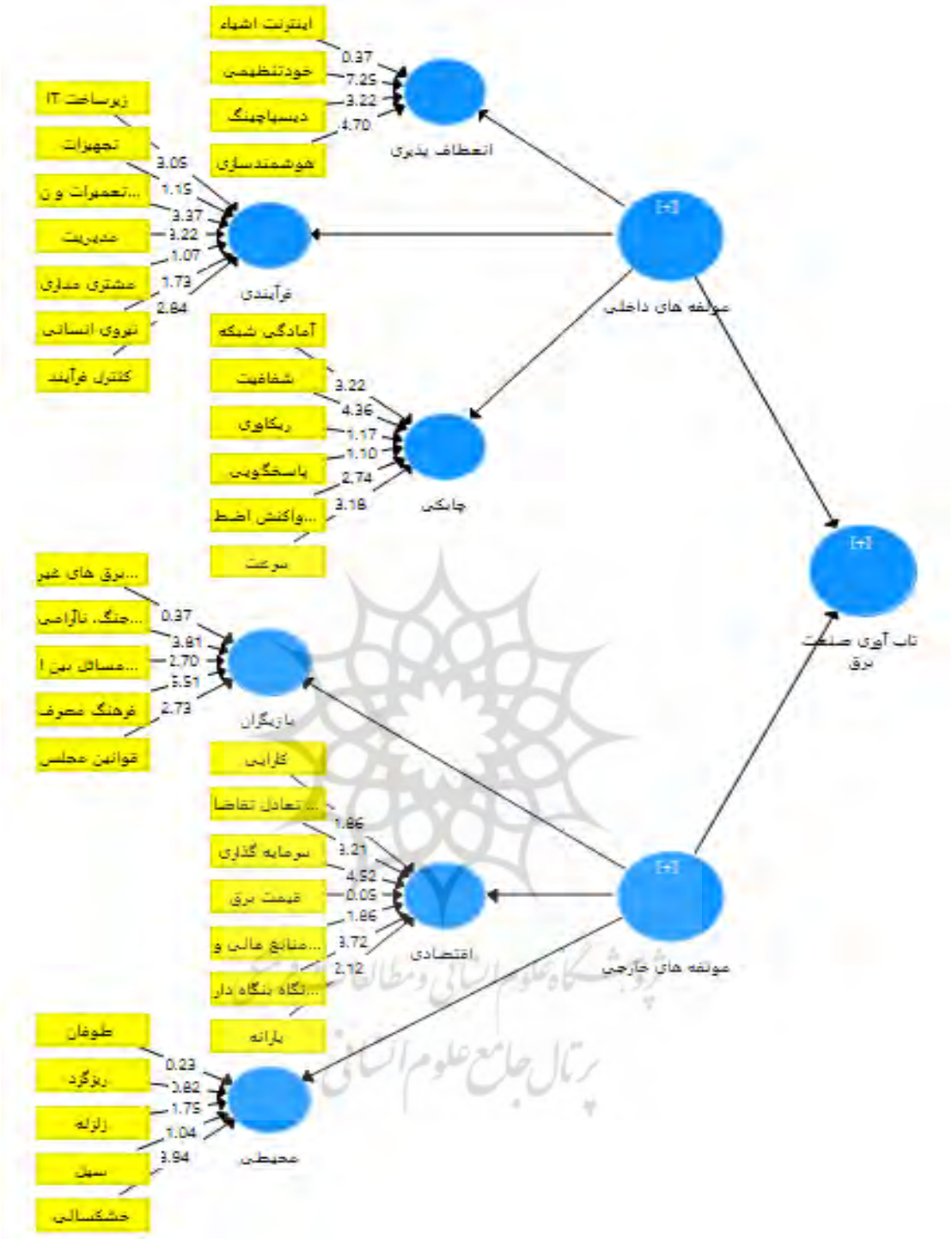
مسائل محیطی		مسائل فرایندی		مسائل بازیگران		مسائل اقتصادی		چابکی		انعطاف‌پذیری	
طوفان	۱۱	تجهیزات	۱۶	تحریم	۹	قیمت برق	۱۴	سرعت	۱۱	هوشمندسازی	۸
ریزگرد	۱۰	تعمیرات و نگهداری	۱۴	فرهنگ مصرف	۸	منابع مالی ـ بودجه	۱۲	واکنش اضطراری	۹	اینترنت اشیا	۷
زلزله	۱۰	نیروی انسانی	۱۳	قوانین مجلس	۷	سرمایه‌گذاری	۱۲	ریکاوری	۸	مدیریت متمرکز شبکه‌های قدرت	۵
سیل	۹	پایش فرایند	۱۳	مسائل بین‌المللی	۷	کارایی	۱۱	پاسخ‌گویی	۶	خودتنظیمی	۵
خشکسالی	۶	مدیریت	۱۲	حملات تروریستی	۶	تعادل تقاضا و تولید	۹	شفافیت	۴		
برف	۵	استهلاک	۱۲	برق‌های غیرمجاز	۴	یارانه	۹	آمادگی شبکه	۲		
رعد و برق	۴	توجه به مشتری	۱۲	جنگ	۴	نگاه بنگاه‌داری	۸				
رانش زمین	۴	گستردگی شبکه	۱۰	ناآرامی و اعتصاب	۳	شرایط اقتصادی جامعه	۶				
		ساختار	۸			قیمت ارز	۵				
		سازوکارهای پیشگیرانه	۸			بدهکاری صنعت برق	۵				
		استفاده از تجربه	۸			خصوصی‌سازی	۴				
		قابلیت اطمینان	۸								
		برنامه‌ریزی	۸								
		زیرساخت IT	۸								
		مقاوم‌سازی	۷								
		تلفات	۵								
		طراحی شبکه	۵								

تجزیه و تحلیل داده با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS3

در این پژوهش همه سازه‌های سطح اول دارای مدل‌های اندازه‌گیری تکوینی هستند، یعنی جهت روابط از سمت معرف‌ها به سمت سازه‌هاست. ابعاد سطح دوم (مؤلفه‌های داخلی و خارجی) نیز با مدل‌های سلسله‌مراتبی انعکاسی سنجیده شده‌اند. همچنین در سطح زیرمعیارها مدل اندازه‌گیری تکوینی به کار گرفته شد. برای ارزیابی مدل این پژوهش از نسخه ۳ نرم‌افزار Smart PLS استفاده شده است که نتایج آن هم در وزن هر بعد تشکیل سازه متناظر (شکل ۱) و معناداری وزن‌ها در تشکیل سازه متناظر (شکل ۲) آمده است.



شکل ۱. وزن هر بعد در تشکیل سازه متناظر



شکل ۲. معناداری وزن‌ها در تشکیل سازه متناظر

نتایج نشان داد وزن برخی از سازه‌ها معنادار نیست. برای سازه‌هایی که وزن آنها معنادار نبود، ابتدا بار عاملی و در ادامه معناداری بار عاملی بررسی شد. سازه‌هایی در مدل باقی ماندند که بار عاملی آنها بیشتر از ۰/۵ یا معنادار بود (جدول ۴).

جدول ٤. نتایج سازه‌های وزن غیرمعنادار

	Weight	T Statistics	P -Values
اینترنت اشیا ← انعطاف‌پذیری	۰/۶۴۵	۹/۹۶۴	۰/۰۰۰
برق‌های غیرمجاز ← بازیگران	۰/۴۱۸	۴/۱۱۶	۰/۰۰۰
تجهیزات ← فرایندی	۰/۷۰۷	۱۱/۹۵۷	۰/۰۰۰
ریزگرد ← محیطی	۰/۷۱۹	۸/۰۶۶	۰/۰۰۰
ریکاوری (بازیافت) ← چابکی	۰/۶۴۷	۱۱/۴۰۴	۰/۰۰۰
زلزله ← محیطی	۰/۸۴۱	۱۰/۳۹۰	۰/۰۰۰
سیل ← محیطی	۰/۸۲۲	۱۱/۷۶۱	۰/۰۰۰
طوفان ← محیطی	۰/۶۲۵	۷/۰۲۱	۰/۰۰۰
قیمت برق ← اقتصادی	۰/۶۲۵	۹/۷۱۰	۰/۰۰۰
مشتری‌مداری ← فرایندی	۰/۴۰۶	۴/۸۶۵	۰/۰۰۰
منابع مالی و بودجه ← اقتصادی	۰/۶۵۰	۹/۴۶۷	۰/۰۰۰
نیروی انسانی ← فرایندی	۰/۶۵۱	۹/۳۰۶	۰/۰۰۰
پاسخ‌گویی ← چابکی	۰/۶۸۳	۱۱/۹۵۵	۰/۰۰۰
کارایی ← اقتصادی	۰/۴۹۸	۷/۰۷۲	۰/۰۰۰

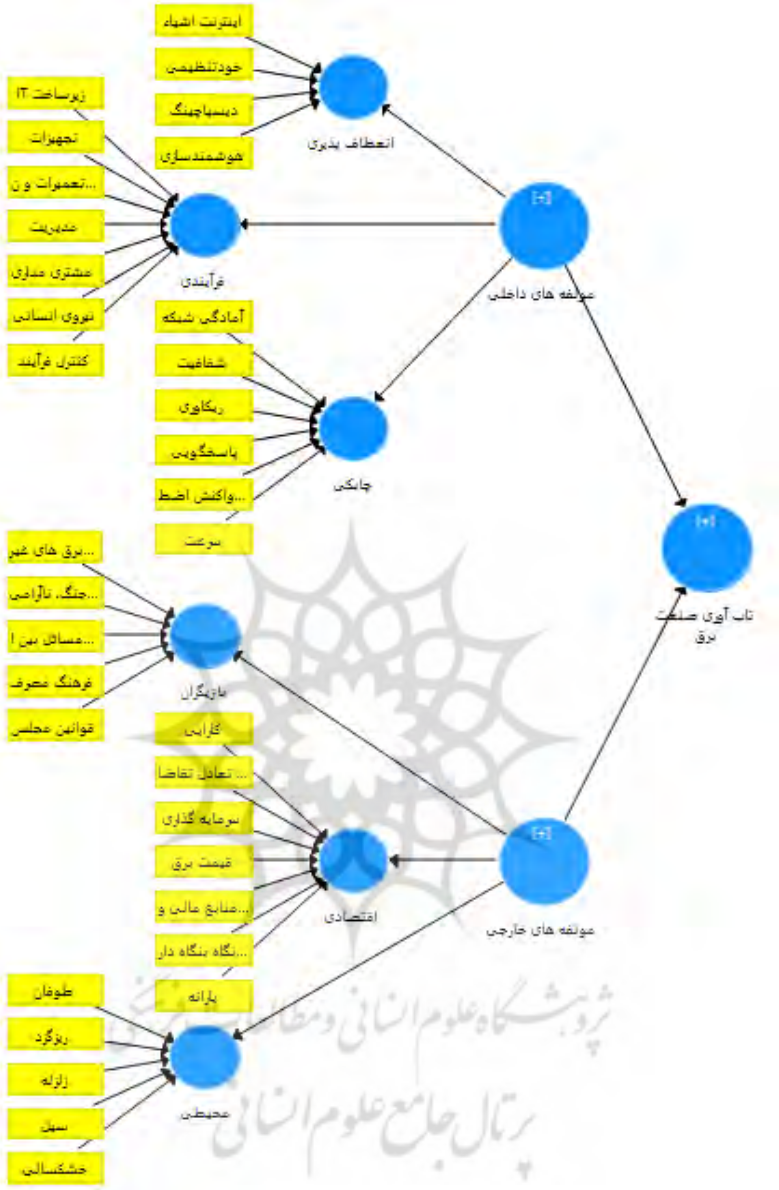
همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، وزن‌های غیرمعنادار دارای بار عاملی بیشتر از ۰/۵ یا بار عاملی معنادار هستند، بنابراین تمام متغیرها در مدل باقی ماندند.

نتیجه‌گیری

بررسی تحقیقات گذشته در حوزه تاب‌آوری زنجیره تأمین برق نشان داد که این موضوع، موضوع نوپایی است و درباره آن پژوهشی صورت نگرفته و شاید بتوان گفت این تحقیق یکی از اولین کارهای صورت گرفته در حوزه تاب‌آوری در صنعت برق است. در تحقیقات قبل، هر محققی از جنبهٔ خاصی به مسئله نگریسته و دید کل‌نگرانه‌ای به آن نداشته است. می‌توان ادعا کرد که مدل این پژوهش با دید وسیع و بدون سطحی نگری طراحی شده و قادر است خلأ تحقیقات قبل را پوشش دهد. بر خلاف تحقیقات قبل، در این تحقیق با تکیه بر روش‌های کیفی، تلاش شده است که ضمن بهره بردن از دانش محققان در این زمینه، از تجربه فعالان این صنعت در طراحی مدل استفاده کند.

همان طور که مطرح شد، تحقیقات گذشته هر یک از دیدگاه خاصی به تاب‌آوری نگریسته‌اند. رویکردهای زیست‌محیطی، اقتصادی و سازمانی رویکردهایی بوده که در تحقیقات قبل به آنها توجه شده است. در این تحقیق با تکیه بر توسعه پایدار که دربرگیرنده نگاه‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی است، مدل ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین طراحی شده است. به‌علاوه در این تحقیق برخلاف رویکردهای قبلی، مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری صنعت برق از طریق مصاحبه با ۱۵متخصص (شامل مدیران با تجربه صنعت برق با مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر و برخورداری از تجربه و دانش کافی) و رویکرد تحلیل تم طراحی شد. نتایج پژوهش نشان داد معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت برق به دو دسته کلی معیارهای داخلی و خارجی دسته‌بندی می‌شوند. در دسته معیارهای داخلی سه بعد مهم مسائل

فرایندی، انعطاف‌پذیری و چابکی قرار دارد و در دسته معیارهای خارجی نیز سه بعد مسائل بازیگران، مسائل اقتصادی و مسائل محیطی مهم و مؤثر هستند.



شکل ۳. مدل نهایی پژوهش

در ادامه پژوهش با استفاده از ابزار پرسش‌نامه و جمع‌آوری نظر ۳۲۳ متخصص، به‌کمک نرم‌افزار Smart PLS روابط بین متغیرها بررسی و تحلیل شد. نتایج نشان داد در مرحله اول وزن ۲۰ سازه در تشکیل سازه متناظر معنادار بود. برای سازه‌هایی که وزن معناداری نداشتند (۱۴ سازه باقی مانده) ابتدا بار عاملی و در ادامه معناداری بار عاملی بررسی شد و با توجه به نتایج، همه متغیرها در مدل باقی ماندند و روابط بین همه متغیرها به تأیید رسید.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

- استفاده از مدل حاضر به‌منظور ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین تاب‌آور صنعت برق و سایر صنایع؛

- وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها با روش‌های وزن‌دهی مانند AHP و ANP؛
- استفاده از سایر مدل‌های ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین تاب‌آور و مقایسه نتیجه آن با مدل این پژوهش؛
- استفاده از سایر روش‌های ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین تاب‌آور و مقایسه نتیجه آنها با روش این پژوهش.

منابع

خسروی، محمدرضا؛ شاهرودی، کامبیز (۱۳۹۳). کاربست مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در سنجش کارایی بخش انتقال نیروی صنعت برق ایران. *مدیریت صنعتی*، ۶(۲)، ۲۶۳- ۲۸۲.

ذگردی، حسام‌الدین؛ داورزنی، هدی (۱۳۹۰). *تحریم و اختلال در زنجیره تأمین*. تهران: انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.

صادقی مقدم، محمدرضا؛ مؤمنی، منصور؛ نالچیگر، سروش (۱۳۸۸). برنامه‌ریزی یکپارچه تأمین، تولید و توزیع زنجیره تأمین با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک. *مدیریت صنعتی*، ۱(۲)، ۷۱-۸۸.

کریمی دستجردی، داوود؛ اکبری جوکار، محمدرضا؛ فیض‌آبادی، جواد (۱۳۸۸). توسعه و تبیین یک پیکربندی برای طبقه‌بندی زنجیره‌های تأمین با استفاده از رویکرد منبع محور در صنعت خودرو. *مدیریت صنعتی*، ۱(۲)، ۱۲۱ تا ۱۳۸.

References

Adenso-Diaz, B., Mena, C., Garcia-Carbajal, S., Lietchy, M, (2012). The impact of supplynetwork characteristics on reliability. *Supply Chain Management—An international Journal*, 17(3), 263- 276.

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.

Berle, Ø., Rice, J.B., Asbjørnslett, B. (2017). Failure modes in the maritime transportation system: a functional approach to throughput vulnerability. *Maritime Policy Management*, 38(6), 605- 632.

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

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

Cardoso, S.R., Barbosa-Pavoa, A.P., Relvas, S., and Novais, A.Q. (2015). Resilience metrics in the assessment of complex supply-chains performance operating under demand uncertainty. *Omega*, 56, 53-73.

Carvalho, H., & Cruz Machado, V. (2007). Designing principles to create resilient supply chains. *In Proceedings of the 2007 industrial engineering research conference*, Nashville, TN (pp.186-191).

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

Carvalho, H., Maleki, M., and Cruz-Machado, V. (2012). Links between supply chain disturbances and resilience strategies. *International Journal of Agile Systems and Management*, 5(3), 203-234.

Chopra, S. and Meindl, P. (2004). *Supply chain Management: strategy and planning, and operation.* (Third Edition). New Jersey: pearson prentice Hall.

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.

Craighead, C., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. and Handfield, R. (2007). The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities. *Decision Sciences*, 38(1), 131-156.

Dixit, V., Sechadrinath, N., Tiwari, M.K., (2016). *Performance measures based optimization of supply chain network resilience.* A NSGA-II+Co-Kriging approach. Pages 205-214.

Falasca, M., Zobel, C.W., Cook, D. (2008). A decision support framework to assess supply chain resilience. *In: Proceedings of the 5th International ISCRAM Conference, pp. 596-605.*

Gong, J., Mitchell, J.E., Krishnamurthy, A., Wallace, W.A. (2013). An interdependent layered network model for a resilient supply chain. *Omega*, 46, 104- 116.

Harland, C., Brenchley, R. and Walker, H. (2015). Risk in supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(2), 51- 62.

Henry, D., Ramirez-Marquez, J., (2012). Generic metrics and quantitative approaches for system resilience as a function of time. *Reliability Engineering & System Safety*, 99, 114-122.

Hosseini, S., & Barker, K., (2016). A Bayesian network model for resilience-based supplier selection. *International Journal of Production Economics*, 180, 68–87

Ivanov, D., Sokolov, B., (2013). Control and system-theoretic identification of the supply chain dynamics domain for planning, analysis and adaptation of performance under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 224(2), 313-323.

Karimi Dastjerdi, D., AkbariJokar, M. R., & Feizabadi, J. (2009). Developing a configuration for classifying supply chains based on RBV in automatic industry. *Industrial Management Journal*, 1(2), 121-138. (*in Persian*)

Khosravi, M.R., Shahroodi, K. (2014). Applying network data envelopment analysis model in evaluating efficiency of power transmission sector, in Iran electricity industry. *Industrial ManagementJournal*, 6(2), 263-282. (*in Persian*)

Kim, Y., Chen, Y., Linderman, K., (2015). Supply network disruption and resilience: a network structural perspective. *Journal of Operations Management*, 33&34, 43-59.

Klibi, W., Martel, A. (2012). Modeling approaches for the design of resilient supply networks under disruptions. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 882-898.

Li, R., Dong, Q., Jin, C., & Kang, R. (2017). A New Resilience Measure for Supply Chain Networks. *Sustainability*, 9(1), 1-19.

Losada, C., Scaparra, M.P., O'Hanley, J.R. (2012).Optimizing system resilience: a facility protection model with recovery time. *European Journal of Operational Research*, 217 (3), 519-530.

McDaniels, T.S., Chang, D.C., Mikawoz, J., Longstaff, H., (2008). Fostering resilience to extreme events within infrastructure systems: characterizing decision contexts for mitigation and adaptation. *Global Environmental Change*, 18 (2), 310-318.

Melnyk, S.A., Closs, D.J., Griffis, S.E., Zobel, C.W., Macdonald, J.R. (2014). Under-standing supply chain resilience. *Supply Chain ManagementReview*, 18(1), 34-41.

Mohammadi Zanjirani, D., Asadi Aghajari, M. (2009). Designing mathematical model for transportation routing in supply chain, with a case study in DonarKhazar Company. *Industrial Management Journal*, 1(2), 119-136. (*in Persian*)

Munoz, A. and Dunbar, M. (2015). On the quantification of operational supply chain resilience. *International journal of production research*, 53(22), 6736-6751.

Murinho, T., Romano, E., C. Santillo, L. (2011). Supply chain performance sustain- ability through resilience function. *In: Proceedings of the 2011 Winter Simu- lation Conference*, Napoli, Italy.

Pant, R., Barker, K., Ramirez-Marquez, J.E., Rocco, C.M. (2014). Stochastic measures of resilience and their application to container terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 70, 183-194.

Rajesh, R., Ravi, V. (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, 86, 343-359.

Sadeghi Moghadam, M.R., Momeni, M., & Nalchigar, S. (2009). Material flow modeling in supply chain management with genetic algorithm approach. *Industrial Management Journal*, 1(2), 71-88. (*in Persian*)

Sawik, T. (2013). Selection of resilient supply portfolio under disruption risks. *Omega: International journal of management science*, 41, 259- 269.

Soni, U., Jain, V., & Kumar, S. (2014). Measuring supply chain resilience using a deterministic modeling approach. *Computers & Industrial Engineering*, 74, 11-25.

Stevenson, M., & Spring, M. (2017). Flexibility from a supply chain perspective: definition and review. *International Journal of Operations & Production Management*, 7(27), 685-713.

Tang, C.S. (2006). Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. International Journal of Logistics Research and Applications. *A Leading Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 33- 45.

Torabi, S.A., Baghersad, M., Mansouri, S.A., (2015). Resilient supplier selection and order allocation under operational and disruption risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 79, 22-48.

Wang, J.W., Gao, F., Ip, W.H., (2010). Measurement of resilience and its application to enterprise information systems. *Enterprise Information Systems*, 4(2), 215-223.

Wang, X., Herty, M., Zhao, L., (2015). Contingent rerouting for enhancing supply chain resilience from supplier behavior perspective. *International Transactions in Operational Research*, 23(4), 775-796.

Zaijing, G., & Dapeng, L. (2018, March). The resilience evaluation model of electricity system. In 2018 7th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM) (pp. 417-420). IEEE.

Zegordi, H., Davarzani, H. (2011). *Sanction and disruption in supply chain*. Tehran: Industrial management institute publication. (*in Persian*)

Zhao, K., Kumar, A., Harrison, T. P., & Yen, J., (2011). Analyzing the resilience of complex supply network topologies against random and targeted disruptions. *IEEE Systems Journal*, 5(1), 28–39.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی