Archive of SID

Industrial Management Journal

Print ISSN: 2008-5885
Online ISSN: 2423-5369

A Model of Sustainability Performance Assessment of LARG Supply Chain Management Practices in Automotive Supply Chain Using System Dynamics

Mehdi Izadyar
Ph.D. Candidate, Department of Production and Operations Management, Faculty of Economics and Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: izadyar.mehdi@gmail.com

Abbas Toloie-Eshlaghy
*Corresponding Author, Prof., Department of Industrial Management, Faculty of Economics and Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: toloie@gmail.com

Seyed Mohammad Seyed Hosseini
Prof., Department of Industrial Engineering, University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: seyedhosseini@iust.ac.ir

Abstract

Objective: Improving sustainability in supply chains is one of the strategic objectives in the current business. Hence, firms have adopted new management strategies to achieve sustainability in their supply chain. Therefore, it is essential to assess the sustainability performance of the newly implemented management strategies. The purpose of this paper is to provide a model for assessing the sustainability performance of LARG supply chain management practices in the automotive supply chain using the dynamics system.

Methods: LARG supply chain management practices were identified, by reviewing the literature and interviewing industry experts, prioritized using fuzzy analysis network process, and were eventually presented as an integrated approach to LARG supply chain management practices. Finally, the dynamic system has been used to assess the dynamics of LARG supply chain management practices and their impact on sustainable performance in the supply chain.

Results: The research findings show that improved measures in the implementation of total quality management, just in time, flexible transportation lead to a more sustainable supply chain. The results of these measures show sustainability improvement in the supply chain.

Conclusion: The results show that a lean strategy is very important for achieving sustainability in the supply chain. The proposed model helps industry managers and decision makers identify the results achieved from implementing LARG supply chain

www.SID.ir

Archive of SID

management practices and improving effective practices on sustainability in the supply chain by adopting policies.

Keywords: Fuzzy analytic network process, LARG supplies chain management, Sustainability in supply chain, System dynamics.

Citation: Izadyar, M., Toloie Eshlaghy, A., & Seyed Hosseini, S.M. (2020). A Model of Sustainability Performance Assessment of LARG Supply Chain Management Practices in Automotive Supply Chain Using System Dynamics. *Industrial Management Journal*, 12(1), 111-142. (*in Persian*)

Industrial Management Journal, 2020, Vol. 12, No.1, pp. 111-142
DOI: 10.22059/imj.2020.281292.1007594
Received: May 14, 2019; Accepted: November 06, 2019
© Faculty of Management, University of Tehran

www.SID.ir

Archive of SID

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

مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج در زنجیره تأمین خودروسازی با استفاده از پویایی سیستم

مهدی ایزدیار
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت تولید و عملیات، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، تهران، ایران. رایانامه: izadyar.mehdi@gmail.com

عباس طلوعی اشلقی
* نویسنده مسئول، استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، تهران، ایران. رایانامه: toloie@gmail.com

سید محمد سیدحسینی
استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. رایانامه: seyedhosseini@ iust.ac.ir

چکیده

هدف: هدف این مقاله، ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج در زنجیره تأمین خودروسازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم است.

روش: ابتدا با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان صنعت، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج شناسایی و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی اولویت‌بندی شدند و رویکرد یکپارچه از شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج ارائه شد. در نهایت، از رویکرد پویایی سیستم برای ارزیابی پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و تأثیرشان بر عملکرد پایدار در زنجیره تأمین استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سناریوهای بهبود در اجرای مدیریت کیفیت جامع، بهبود اجرای تولید به موقع و بهبود حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، موجب پایدارتر شدن زنجیره تأمین می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از اجرای این سناریوها، گویای بهبود پایداری در زنجیره تأمین است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که استراتژی ناب، استراتژی بسیار مهمی در دستیابی به پایداری در زنجیره تأمین است. مدل ارائه شده به مدیران صنعت و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند که نتایج به‌دست‌آمده از اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج را شناسایی کنند و با اتخاذ تدابیری، شیوه‌های مؤثر بر پایداری در زنجیره تأمین را بهبود دهند.

کلیدواژه‌ها: پایداری در زنجیره تأمین، پویایی سیستم، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، مدیریت زنجیره تأمین لارج.

استناد: ایزدیار، مهدی؛ طلوعی اشلقی، عباس؛ سیدحسینی، سید محمد (۱۳۹۹). مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج در زنجیره تأمین خودروسازی با استفاده از پویایی سیستم. *مدیریت صنعتی*، ۱۲(۱)، ۱۱۱– ۱۴۲.

مدیریت صنعتی، ۱۳۹۹، دوره ۱۲، شماره ۱، صص. ۱۱۱–۱۴۲
DOI: 10.22059/imj.2020.281292.1007594
دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۴، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۵
© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در پاسخ به نگرانی‌های روزافزون در خصوص آثار زیست‌محیطی و اجتماعی زنجیره‌های تأمین، ذی‌نفعان مختلفی مانند قانون‌گذاران دولتی، مصرف‌کنندگان، سازمان‌های غیردولتی، رسانه‌ها و فعالان جامعه، برای کاهش آثار مضر و آسیب‌رسان به زنجیره تأمین، سازمان‌ها را تحت فشار گذاشته‌اند (کری، موجکیک و کارسالواسکی[۱]، ۲۰۱۸). پایداری، توازنی بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است (متیواتانان، کنان و هک[۲]، ۲۰۱۸) که در موفقیت بلندمدت زنجیره تأمین نقش حیاتی ایفا می‌کند (گویندان، خداوردی و جعفریان[۳]، ۲۰۱۳). منافع پذیرش اصول پایداری، فراتر از حوزه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی است و بهبود ارزش اقتصادی سازمان را به همراه می‌آورد (کایادو، کوالهاس، ناسکمینتو، انهولون و لیل‌فیلهو[۴]، ۲۰۱۸). بسیاری از شرکت‌های جهانی، ادغام اصول پایداری در زنجیره‌های تأمین خود را آغاز کرده‌اند (راجیو، پتی، پادهی و گویندان[۵]، ۲۰۱۷). پایداری کسب‌وکار، پذیرش فعالیت‌ها و استراتژی‌های کسب‌وکار است که نیازهای شرکت‌ها و ذی‌نفعان را برآورده می‌کند و منابع انسانی و طبیعی را که در آینده مورد نیاز است، حفظ، پایدار و تقویت می‌کند (لاباسچجن، برنت و ون‌ارک[۶]، ۲۰۰۵). پایداری به‌دنبال استفاده از بهترین شیوه‌های کسب‌وکار، برای رفع نیازها و توازن بین ذی‌نفعان فعلی و آتی است (کوچوک بِی و سوروچوو[۷]، ۲۰۱۹). بنابراین باید استراتژی‌های کسب‌وکار جدیدی را برای تأمین نیازهای شرکت به‌کار برد (آزودو، کاروالهو و کروزماچادو[۸]، ۲۰۱۶) و ضروری است که شیوه‌های مدیریتی‌ای را اجرا کرد که علاوه بر ارتقای شرکت و عملکرد کلی زنجیره تأمین، بر نگرانی‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی متمرکز باشد (گویندان، آزودو، کاروالهو و کروزماچادو[۹]، ۲۰۱۴). موضوع بسیار مهمی که باید به آن توجه کرد، این است که چه عوامل یا به‌کارگیری چه شیوه‌هایی، به توانمندسازی زنجیره تأمین در راستای عملکرد بهتر و پایدارتر شدن زنجیره تأمین کمک می‌کند. در میان پارادایم‌های مختلف مدیریت زنجیره تأمین، پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور[۱۰] و سبز، پایداری در زنجیره تأمین را تضمین می‌کنند (آزودو و همکاران، ۲۰۱۶). رویز بنیتز، لوپز و ریل[۱۱] (۲۰۱۹) معتقدند که شیوه‌های ناب به بهبود پایداری کمک می‌کند. آزودو، کاروالهو، دورات و کروز ماچادو[۱۲] (۲۰۱۲) شیوه‌های ناب و سبز را ستون‌های بسیار مهم توسعه پایدار کسب‌وکار در نظر می‌گیرند. آزودو و همکارانش (۲۰۱۶) معتقدند که به‌کارگیری شیوه‌های چابک و تاب‌آور بر پایداری تأثیرگذار است و عملکرد را در رابطه با پایداری ارتقا می‌بخشد. ادغام هم‌زمان پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز در مدیریت زنجیره تأمین، کمک می‌کند که زنجیره تأمین کارآمدتر، مؤثرتر و پایدارتر شود (گویندان و همکاران، ۲۰۱۳). اغلب محققان، پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز را برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین تأیید کرده‌اند. بنابراین با توجه به وجود چنین ادبیاتی در حوزه زنجیره تأمین، در این مقاله تلاش شده است که پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز یکپارچه شود. با کنار هم گذاشتن پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز، می‌توان به مدل جدیدی دست یافت و از هم‌افزایی آنها استفاده کرد و با هم‌پوشانی‌هایی که در حوزه‌های مختلف

1. Qorri, Mujkić, & Kraslawski
2. Mathivathanan, Kannan, & Haq
3. Govindan, Khodaverdi, & Jafarian
4. Caiado, Quelhas, Nascimento, Anholon, & Leal Filho
5. Rajeev, Pati, Padhi, & Govindan
6. Labuschagne, Brent, & Van Erck
7. Küçükbay, & Sürücü
8. Azevedo, Carvalho, & Cruz-Machado
9. Govindan, Azevedo, Carvalho, & Cruz-Machado
10. Resilient
11. Ruiz -Benitez, López, & Real
12. Azevedo, Carvalho, Duarte, & Cruz-Machado

www.SID.ir

Archive of SID

اتفاق می‌افتد، ضعف‌های آنها را از بین بُرد و عملکرد پایداری را برای شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج ارزیابی کرد. خط سه‌گانه پایین[1] (عملکرد اقتصادی اجتماعی، زیست‌محیطی)، پایه موفقیت‌آمیز توسعه پایدار است (هنائو، ساراچه و گومز[2]، ۲۰۱۹)، به همین دلیل، می‌تواند به‌عنوان متریکی برای ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های لارج[3] استفاده شود. ارزیابی با جنبه‌های پایداری با ارزیابی عملکرد سنتی و تجارت‌محور متفاوت است (صفایی قادیکلایی و زهرا غلامرضا تبار، ۱۳۹۳: ۵۳۶). ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج، به‌شدت پیچیده و دغدغه‌آفرین است. هدف این مقاله، ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج در صنعت خودروسازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم است که با ویژگی‌های پویا و چندبُعدی سروکار دارد. کاربرد پویایی سیستم در زمینه مطالعات پایداری، کمابیش جدید است (اورجی و لیو[4]، ۲۰۱۸). تلفیق سیستم پویایی و سه بُعد پایداری در زنجیره تأمین لارج، تعامل پویا میان سه بُعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و شیوه‌های زنجیره تأمین لارج را نشان می‌دهد.

در بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه مدیریت زنجیره تأمین، پژوهشگران یک یا دو پارادایم مدیریتی را به‌طور هم‌زمان برای ارزیابی عملکرد مدنظر قرار داده‌اند. در این پژوهش، در نظر داریم که هم‌زمان، چهار پارادایم لارج (ناب، چابک، تاب‌آور و سبز) را یکپارچه کنیم. پس از مطالعات صورت گرفته، مشخص شد که تاکنون پژوهشی در ارتباط با مدیریت زنجیره تأمین لارج و پایداری زنجیره تأمین صورت نگرفته است. به اعتقاد آزودو و همکارانش (۲۰۱۴)، مدیریت زنجیره تأمین لارج، پایداری زنجیره تأمین را تضمین می‌کند، بنابراین، در این پژوهش تلاش شده است که پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج ارزیابی شود. از سوی دیگر، پس از بررسی ادبیات در زمینه رویکردهای مدل‌سازی، مشخص شد که روش شبیه‌سازی برای بُعد زیست‌محیطی اجرا شده است؛ اما این روش برای سه بُعد پایداری (اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی) به‌صورت یکپارچه اِعمال نشده است. مدل پیشنهادی این پژوهش، به مدیران صنعت و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند که نتایج به‌دست‌آمده از اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج را شناسایی کنند و با اتخاذ تدابیری، شیوه‌های مؤثر بر پایداری در زنجیره تأمین را بهبود دهند.

ساختار مقاله به این صورت است: بخش دوم، به مرور و بحث دربارهٔ پیشینه پژوهش اختصاص داده شده است. در بخش سوم، روش پژوهش به‌صورت کامل توضیح داده می‌شود. در بخش چهارم، تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش که شامل اولویت‌بندی و یکپارچه‌سازی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج، فرضیه‌های پویا، نمودار علّی و معلولی، نمودار حالت ـ جریان و اعتبارسنجی و سناریوسازی می‌شود، تشریح شده است و در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه خواهد شد.

پیشینه نظری پژوهش

پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و پایداری

مدیریت زنجیره تأمین لارج، رویکردی است که پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز را در فضای مدیریت زنجیره تأمین کنار هم قرار می‌دهد و هم‌زمان از مزایای تک‌تک آنها استفاده می‌کند و کاستی‌های هر یک را می‌پوشاند

1. Triple Bottom Line
2. Henao, Sarache, & Gómez
3. LARG
4. Orji, & Liu

www.SID.ir

Archive of SID

(کاروالهو و همکاران، ۲۰۱۳). ماچادو معتقد بود که با کنار هم گذاشتن پارادایم‌های موفق زنجیره تأمین، می‌توان به مدلی رسید که از هم‌افزایی آنها بهره برد و با همپوشانی‌هایی که در حوزه‌های مختلف اتفاق می‌افتد، ضعف‌های هر یک را مرتفع کرد. پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز، از روش‌های نوین مدیریت زنجیره تأمین هستند که پایداری زنجیره تأمین را تضمین می‌کنند. ترکیب این پارادایم‌ها، می‌تواند به‌عنوان فرمولی برای دستیابی به کسب‌وکار پایدار و مزیت رقابتی در نظر گرفته شود (دو رزاریوکابریتا، دوارت، کاروالهو و کروز ماچادو [۱]، ۲۰۱۶). یکپارچگی هم‌زمان این پارادایم‌ها، به زنجیره تأمین کمک می‌کند تا کارآمدتر، مؤثرتر و پایدارتر شود (آزودو و همکاران، ۲۰۱۱). آزودو و همکارانش (۲۰۱۶) بر این باورند که پذیرش شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج، به بهبود پایداری شرکت‌ها کمک کرده و پایداری کسب‌وکار را افزایش می‌دهد.

فلسفه ناب، رویکردی برای کسب‌وکار است که از طریق افزایش کاربرد منافع و کاهش زمان تأخیر (تانکی و تاکار[۲]، ۲۰۱۸) بر حداقل‌سازی ضایعات تمرکز می‌کند (جاخار، راتهور و منگلا[۳]، ۲۰۱۸) و از طریق حذف فعالیت‌های بدون ارزش افزوده، ارزش بیشتری را برای مشتریان ایجاد می‌کند (کالدرا، دشا و دیویس[۴]، ۲۰۱۷). پژوهشگران بسیاری در زمینه تأثیر شیوه‌های ناب بر عملکرد تحقیق کرده‌اند. آنها معتقدند که سیستم‌های ناب به بهبود پایداری کمک می‌کند (رویزبنیتز، لوپز و ریل[۵]، ۲۰۱۸). سیستم‌های ناب، عامل تعیین‌کننده‌ای برای بهبود پایداری کلی در نظر گرفته می‌شود (داس[۶]، ۲۰۱۸).

پایداری، مرحله تکاملی ناب و فراتر از حذف ضایعات داخلی اصل هفت‌گانه اوهونو است. پایداری به کاهش ضایعات خارجی در زنجیره تأمین کمک می‌کند و به بهبود شرایط اجتماعی در سطح جهانی منجر می‌شود (گویندان و همکاران، ۲۰۱۴). از آنجا که نیازهای مشتریان به‌طور مداوم تغییر می‌کند، زنجیره‌های تأمین باید با تغییرات آتی سازگار باشند تا به‌طور مناسب بتوانند به نیازهای بازار پاسخ دهند. زنجیره تأمین چابک، بر توانایی پاسخ‌گویی سریع به تغییرهای پیش‌بینی‌ناپذیر بازار متمرکز است (اسپادینها ـ کروز و کابرال[۷]، ۲۰۱۲). چابکی قابلیت پویایی است که سازمان را قادر می‌سازد در محیط کسب‌وکار در حال تغییر و غیرقطعی، پاسخ‌گو باشد و موقعیت خود را در بازار پایدار کند (دو رزاریوکابریتا، دوارت، کاروالهو و ماچادو[۸]، ۲۰۱۶). چابکی زنجیره تأمین، به توانایی سازمان برای تولید و ارائه به‌موقع محصولات جدید به مشتریان اشاره می‌کند (فرهادی، تقی‌زاده یزدی، مؤمنی و سجادی، ۱۳۹۷). چابکی از انعطاف‌پذیری، ظرفیت پاسخ‌گویی و کارایی زنجیره تأمین سرچشمه می‌گیرد (راشید، رولند، سباستین و ایوانا[۹]، ۲۰۱۷) و به‌عنوان روشی برای پایداری سازمانی مطرح شده است (فلومرفلت، بلاسیریبان مانالانگ و کاهلن[۱۰]، ۲۰۱۲). آزودو و همکارانش (۲۰۱۶) معتقدند که به‌کارگیری شیوه‌های چابک، به بهبود پایداری کمک می‌کند. الفلالوک، ماچوکا، مارین گارسیا[۱۱] (۲۰۱۸) باور دارند که برای دستیابی به مزیت رقابتی پایدار، چابکی در زنجیره تأمین ضروری است. پارادایم تاب‌آور بر اینکه چگونه سازمان در برابر اختلال‌ها مقاومت می‌کند و چگونه پس از بروز اختلال‌ها، به‌سرعت به حالت اولیه یا جدید و مطلوب‌تر

1. Do Rosário Cabrita, Duarte, Carvalho & Cruz-Machado
2. Thanki & Thakkar
3. Jakhar, Rathore & Mangla
4. Caldera, Desha & Dawes
5. Ruiz-Benítez, López, & Real
6. Das
7. Espadinha-Cruz & Cabral
8. Do Rosário Cabrita, Duarte, Carvalho, & Cruz-Machado
9. Rachid, Roland, Sebastien & Ivana
10. Flumerfelt, Bella Siriban Manalang & Kahlen
11. Alfalla-Luque, Machuca& Marin-Garcia

www.SID.ir

Archive of SID

بازگردد، متمرکز است (دوارت و ماچادو[1]، ۲۰۱۱). به اعتقاد گویندان و همکارانش (۲۰۱۴)، تنها شیوه تاب‌آوری که تأثیر زیادی بر پایداری اجتماعی دارد، شیوه مدیریت ریسک زنجیره تأمین است. آزودو و همکارانش (۲۰۱۲) نشان دادند که پارادایم تاب‌آور، برای رقابت‌پذیری در زنجیره تأمین قطعه‌سازی بسیار کارآمد است. گولیسیس، بورستلر و الارم[2] (۲۰۱۰)، استفاده از حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر را برای کاهش زمان تأخیر و سطح موجودی مؤثر می‌دانند. مدیریت زنجیره تأمین سبز، ادغام اصول مدیریت زیست‌محیطی با فعالیت‌های زنجیره تأمین به‌منظور بهبود و حفظ محیط زیست است (مودولی، گویندان، بارو و گنگ[3]، ۲۰۱۳). پذیرش مدیریت زنجیره تأمین سبز، می‌تواند عملیات کارا و هزینه به‌صرفه را تضمین کند و به سودآوری، سهم بازار و مزیت رقابتی پایدار منجر شود (گویندان، خداوردی و وفادارنیکجو[4]، ۲۰۱۵). وانالی، گانگا، گودینهو فیلهو و لوکاتو[5] (۲۰۱۷) نشان دادند که پذیرش شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز، بر عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی تأثیر مثبت دارد. نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز بر عملکرد پایداری تأثیر می‌گذارند و عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را بهبود می‌بخشند (فنگ و ژانگ[6]، ۲۰۱۸؛ فو، لی، تان و اوی[7]، ۲۰۱۸؛ گنگ، منصوری و اکتاس[8]، ۲۰۱۶؛ وانالی و همکاران، ۲۰۱۷). پروین، کومار و ناراسیمهارائو[9] (۲۰۱۱) نشان دادند که شیوه‌های ناب، سبز و تاب‌آور، زنجیره تأمین را پایدارتر می‌کنند. کاوالهو و همکارانش (۲۰۱۲) بیان کردند که به‌کارگیری هم‌زمان رویکردهای چابک و تاب‌آور، رقابت‌پذیری و عملکرد زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد. چابکی یکی از عواملی است که کمک می‌کند زنجیره تأمین تاب‌آور شود. پارادایم چابک و تاب‌آور، به‌معنای بهبود عملکرد زنجیره تأمین است (کریستوفر و پک[10]، ۲۰۰۴). مطابق با یافته‌های گویندان و همکارانش (۲۰۱۴) شیوه‌های تولید پاک (شیوه سبز)، مدیریت ریسک زنجیره تأمین (شیوه تاب‌آور) و حذف ضایعات (شیوه ناب) بر پایداری تأثیر شایان توجهی می‌گذارد. سیکولو، پرو، کاریدی، گوسلینگ و پورویس[11] (۲۰۱۷) معتقدند که به‌کارگیری شیوه‌های ناب و چابک، عملکرد را در رابطه با پایداری بهبود می‌بخشد و بخشی از پارادایم پایدار محسوب می‌شود. به باور آزودو و همکارانش (۲۰۱۶)، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج بر عملکرد و پایداری تأثیر می‌گذارد.

پیشینه تجربی پژوهش

در پژوهشی، آزودو و همکارانش (۲۰۱۶) شاخص لارج را پیشنهاد دادند. این شاخص شامل پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و شیوه‌های آن است. محققان از رویکرد مطالعه موردی مرتبط با زنجیره تأمین قطعه‌سازی برای کاربرد شاخص لارج استفاده کرده‌اند. مدیران می‌توانند از این شاخص به‌عنوان ابزار الگوپذیری برای شناسایی رفتار لارج استفاده کنند.

رویزبنیتز و همکارانش (۲۰۱۷) پژوهشی با هدف بررسی روابط میان شیوه‌های زنجیره تأمین ناب، سبز و تاب‌آور و تأثیر آنها بر عملکرد زیست‌محیطی انجام داده‌اند. نتایج آنها نشان داد که شیوه‌های زنجیره تأمین ناب، محرکی برای

1. Duarte & Machado
2. Golicic, Boerstler & Ellram
3. Muduli, Govindan, Barve & Geng
4. Govindan, Khodaverdi & Vafadarnikjoo
5. Vanalle, Ganga, Godinho Filho & Lucato
6. Fang, & Zhang
7. Foo, Lee, Tan, & Ooi
8. Geng, Mansouri, & Aktas
9. Parveen, Kumar& Narasimha Rao
10. Christopher & Peck
11. Ciccullo, Pero, Caridi, Gosling & Purvis

www.SID.ir

Archive of SID

شیوه‌های زنجیره تأمین سبز و تاب‌آور هستند و در عملکرد زیست‌محیطی، از شیوه‌های زنجیره تأمین تاب‌آور تأثیر بیشتری دارند.

گویندان و همکاران (۲۰۱۴) پژوهشی با هدف بررسی تأثیر شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز، ناب و تاب‌آور بر پایداری زنجیره تأمین انجام داده‌اند. بر اساس نتایج آنها، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز، ناب و تاب‌آور، بر پایداری زنجیره تأمین شامل حذف ضایعات، مدیریت ریسک و تولید پاک، بیشترین تأثیر را می‌گذارند.

محمدنژاد چاری و صفایی قادیکلانی (۱۳۹۵) معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین لارج را رتبه‌بندی کردند. برای حل مسئله، از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بهره بردند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد که مهم‌ترین بُعد از میان چهار بُعد زنجیره تأمین لارج برای دستیابی به مزیت رقابتی در صنایع غذایی و لبنی کاله، بُعد تاب‌آوری است.

انوری (۱۳۹۵) برای شرکت لاستیک‌سازی دنا در شیراز، یک مدل ترکیبی زنجیره تأمین با رویکرد پارادایم‌های پنج‌گانه (لارجس) طراحی کرده است. وی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش حداقل مجذورات جزئی، ویکور و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی بهره برده است. نتایج این پژوهش نشان داد که پارادایم‌های پنج‌گانه، در موفقیت عملکرد زنجیره تأمین نقش بسزایی دارند.

قاسمیه، جمالی و کریمی اصل (۱۳۹۴) ابعاد رویکرد مدیریت زنجیره تأمین لارج در صنعت سیمان را تحلیل کردند. آنها در این پژوهش با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری، راهبردهای موجود در رویکرد مدیریت زنجیره تأمین لارج را بر اساس معیارهای عملیاتی، اقتصادی و زیست‌محیطی در صنعت سیمان رتبه‌بندی کردند. بر اساس نتایج پژوهش، راهبردهای تاب‌آوری، سبز، ناب و چابک، به‌ترتیب اولویت، در رتبه‌های اول تا چهارم قرار گرفتند.

امیری، حسینی دهشیری و یوسفی (۱۳۹۷) با تلفیق پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز در زنجیره تأمین و محدودیت‌های آنالیز SWOT، به بهبود عملکرد زنجیره تأمین پرداختند. از روش سوارا برای وزن‌دهی به معیارهای زنجیره تأمین لارج و از روش آراس خاکستری، به‌منظور اولویت‌بندی استراتژی‌ها بهره بردند. با استفاده از تحلیل SWOT در سطوح مختلف قوت، ضعف، فرصت و تهدید، استراتژی‌های مناسب را شناسایی کردند. همچنین، به‌منظور تعیین ترکیب بهینه استراتژی‌ها از روش شاپلی فازی و تئوری بازی استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که معیارهای ضایعات کسب‌وکار، کیفیت و هزینه، از بیشترین اهمیت برخوردار است. آنها هشت استراتژی در سطوح مختلف قوت، ضعف، فرصت و تهدید از تحلیل SWOT را برای تعیین ترکیب بهینه استراتژی‌ها معرفی کردند.

جعفرنژاد، صفری و محسنی (۱۳۹۴) به تحلیل روابط میان اقدامات پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین و معیارهای عملکردی با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری پرداختند. از نظر آنها، ترکیب پاردایم‌های ناب، چابک و تاب‌آوری، ایده جدیدی برای دستیابی به عملکرد بهتر و رقابت‌پذیری است. نتایج تحقیق آنها نشان داد که ارتباط با تأمین‌کننده در پایین‌ترین سطح با قدرت نفوذ زیاد و معیار عملکردی چرخه نقدینگی با قدرت نفوذ ضعیف و وابستگی زیاد است.

اورجی و لیو (۲۰۱۸) رفتار پویای محرک‌های کلیدی رویکرد ناب مبتنی بر نوآوری را برای دستیابی به پایداری بررسی کردند و از منطق فازی و تاپسیس فازی برای اولویت‌بندی محرک‌های کلیدی رویکرد ناب بهره بردند. در انتها،

www.SID.ir

Archive of SID

یک مدل سیستم پویا[1] برای بررسی پویایی رویکرد ناب و تأثیر آن بر عملکرد پایدار در مدت زمان طولانی در زنجیره تأمین تولیدی ارائه دادند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که رفتار پویای مقررات دولتی و شرایط کار اجباری، بر عملکرد پایدار به‌طور مداوم تأثیر می‌گذارد و دسترسی نقدینگی و دانش بنیادی تأثیر چندانی بر عملکرد پایدار ندارند.

کفا، هانی و المحامدی[2] (۲۰۱۳) برای اندازه‌گیری عملکرد پایداری در مدیریت زنجیره تأمین سبز، یک مدل تحلیلی ارائه کردند. هدف از ارائه مدل تحلیلی، بررسی تأثیر شیوه‌های سبز بر عملکرد پایداری در زنجیره تأمین بوده است. شیوه‌های انتخابی مدیریت زنجیره تأمین سبز شامل خرید سبز، طراحی سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک معکوس بوده است. البته در این مقاله، بر موضوعات زیست‌محیطی تأکید شده است. به گفتهٔ آنها، این مدل تحلیلی، نخستین گام به‌سوی فراهم‌کردن دیدگاهی جامع برای توضیح روابطی است که بین شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز و عملکرد پایداری وجود دارد.

صفایی قادیکلایی و غلامرضاتبار (۱۳۹۳) با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، چارچوبی برای ارزیابی پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی ارائه کرده‌اند. آنها برای بومی‌سازی و تأیید معیارهای پژوهش، از روش دلفی ساعتی بهره برده‌اند. نتایج آنها نشان داد که سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان و گازهای گلخانه‌ای، معیارهای بسیار مهمی برای دستیابی به زنجیره تأمین پایدار است. آنها معتقدند که این چارچوب را می‌توان برای ارزیابی بخش‌های مختلف زنجیره تأمین مواد غذایی و سنجش میزان پایداری استفاده کرد.

در جدول ۱، به خلاصه‌ای از جدیدترین تحقیقات انجام شده در حوزه تلفیق پارادیم‌های زنجیره تأمین و معیارهای عملکردی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (پایداری) اشاره شده است.

جدول ۱. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در حوزه تلفیق پارادایم‌ها و پایداری در زنجیره تأمین

منبع	پارادایم‌های تلفیق شده	تکنیک استفاده شده	حوزه مطالعه شده	نوع عملکرد
بنیتز و همکاران، ۲۰۱۸	ناب و تاب‌آور	مدل‌سازی ساختاری تفسیری و تحلیل MICMAC	صنعت ساخت هوا فضا	اقتصادی و عملیاتی
کاروالهو و همکاران، ۲۰۱۳	ناب و سبز	برنامه‌ریزی خطی	زنجیره تأمین خودروسازی	---
آزودو و همکاران، ۲۰۱۶	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	تکنیک دلفی و روش تجمعی خطی	زنجیره تأمین خودروسازی	---
دوساریو و همکاران، ۲۰۱۶	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	---	مدل کسب‌وکار	---
گویندان و همکاران، ۲۰۱۴	ناب، چابک، تاب‌آور	---	خودروسازی	اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی
گویندان و همکاران، ۲۰۱۳	ناب، تاب‌آور و سبز	مدل‌سازی ساختاری تفسیری	زنجیره تأمین خودروسازی	---

1. System Dynamics
2. Kafa, Hani, & El Mhamedi

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۱. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام شده در حوزه تلفیق پارادایم‌ها و پایداری در زنجیره تأمین

منبع	پارادایم‌های تلفیق شده	تکنیک استفاده شده	حوزه مطالعه شده	نوع عملکرد
ملکی و ماچادو[1]، ۲۰۱۳	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	تجزیه و تحلیل شبکه‌ای بیزین	صنعت خودروسازی	---
کابرال، گریلو و ماچادو[2]، ۲۰۱۲	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	فرایند تحلیل شبکه‌ای	خودروسازی	---
آزودو و همکاران، ۲۰۱۱	ناب، چابک	---	زنجیره تأمین خودروسازی	---
آزودو و همکاران، ۲۰۱۱	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	مدل مفهومی	---	اقتصادی، زیست‌محیطی
امیری و همکاران ۱۳۹۷	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	تحلیل SWOT، سوآرا، آراس خاکستری، تئوری بازی	زنجیره تأمین کابل و تجهیزات جانبی	اقتصادی، زیست‌محیطی و عملیاتی
اکبرزاده، صفایی قادیکلایی، مدهوشی و آقاجانی، ۱۳۹۶	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	دیمتل فازی، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، مدل ساختاری تفسیری	صنایع لبنی	---
انوری، ۱۳۹۵	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز و پایدار	ویکور– فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و حداقل مجذورات جزئی	زنجیره تأمین لاستیک‌سازی	---
قاسمیه و همکاران، ۱۳۹۴	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	سوارا ـ ویکور روش کوپراس خاکستری	صنعت سیمان	---
قاضی زاده، صفری، نوروززاده و حیدری، ۱۳۹۴	ناب، چابک، تاب‌آور و سبز	روش تحلیل شبکه‌ای	صنعت خودروسازی	---
جعفرزاده و همکاران، ۱۳۹۴	ناب، تاب‌آور و سبز	رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری	---	عملیاتی، اقتصادی

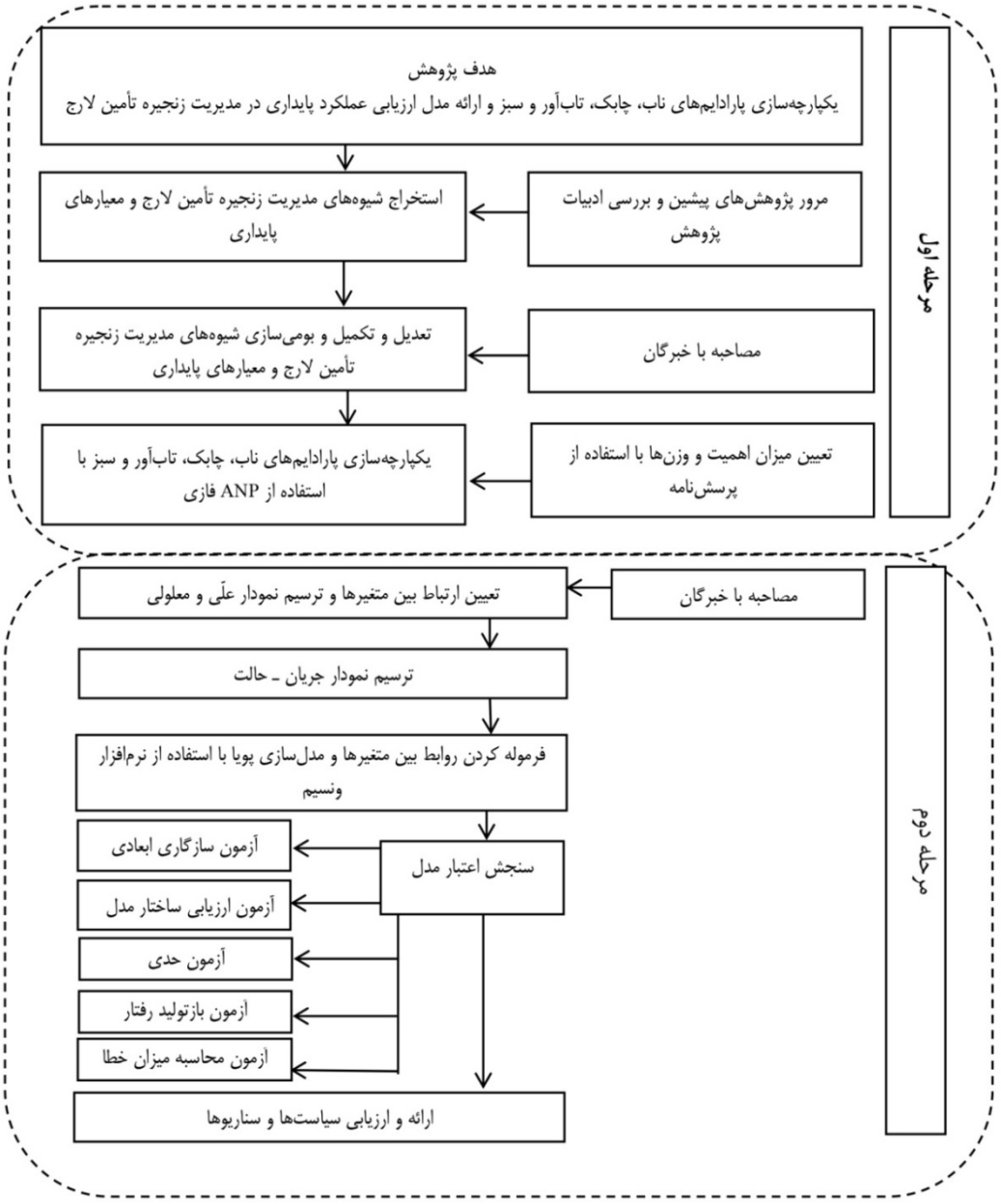
روش‌شناسی پژوهش

در این تحقیق، پس از مطالعات نظری و مرور تحقیقات پیشین، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و معیارهای پایداری استخراج شد و از طریق مصاحبه با خبرگان، شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و معیارهای پایداری، تعدیل و اصلاح و بومی‌سازی شدند. پس از اولویت‌بندی این شیوه‌ها با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، مهم‌ترین شیوه‌ها در قالب رویکردی یکپارچه از شیوه‌های لارج انتخاب شدند. در مرحله بعدی، برای طراحی مدل ارزیابی عملکرد پایداری و مدل‌سازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم، از خبرگان برای تعیین روابط بین متغیرها، نظرسنجی به عمل آمد. با تعیین روابط بین متغیرها و استخراج فرضیه پویا، نمودارهای علّی و معلولی و جریان ـ حالت ترسیم شد. پس از تعریف معادلات، در نرم افزار ونسیم به شبیه‌سازی مدل اقدام شد و بعد از آن، مدل طراحی شده از لحاظ ساختار و رفتار اعتبارسنجی شد. در نهایت، سناریوها و راهبردهایی بررسی و تحلیل ارائه شدند. مراحل اجرای پژوهش در شکل ۱ مشاهده می‌شود.

1. Maleki & Cruz-Machado
2. Cabral, Grilo, & Cruz-Machado

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مراحل اجرای پژوهش

تحلیل داده‌ها

یکپارچه‌سازی پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی

فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی[1]

روش فرایند تحلیل شبکه‌ای برای رتبه‌بندی ترجیحات، از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می‌کند. در این روش،

1. Fuzzy Analytic Network Process
2. Wu,Chang, & Lin

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های ورودی، اعداد قطعی است و چنانچه داده‌های ورودی ابهام داشته باشند، نمی‌توان از این ماتریس استفاده کرد. برای حل این مشکل وو، چنگ و لین[۲] (۲۰۰۸) مدلی ارائه کردند که از روش ANP در محیط فازی بهره می‌گیرد.

روش تحلیل شبکه‌ای فازی

مراحل روش تحلیل شبکه‌ای فازی به روش وو و همکارانش به شرح زیر است.

مرحله ۱: ساخت مدل و تبدیل مسئله به ساختار شبکه‌ای: مسئله باید به صورت واضح شرح داده شود و به سیستم منطقی، مثل شبکه تجزیه شود.

مرحله ۲: ساختن اعداد فازی مثلثی: اعداد فازی مثلثی به‌صورت زیر ساخته می‌شود:

رابطه ۱) $$\tilde{u}_{ij} = (l_{il}, m_{ij}, u_{ij})$$

رابطه ۲) $$l_{il} \leq m_{ij} \leq u_{ij} \; and \; l_{il}, m_{ij}, u_{ij} \in \left[\frac{1}{9}, 9\right]$$

رابطه ۳) $$l_{il} = \min(B_{ij}k)$$

رابطه ۴) $$m_{ij} = \sqrt[n]{\Pi_k^n B_{ij}k}$$

رابطه ۵) $$u_{ij} = \max(B_{ij}B_{ij}k)$$

$B_{ij}k$ نشان‌دهنده قضاوت تصمیم‌گیرنده k برای اهمیت نسبی بین دو معیار $C_j - C_j$ است.

مرحله ۳: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی (مستقل و وابسته) و فازی‌زدایی:

ماتریس مقایسات زوجی فازی به‌صورت ذیل است:

رابطه ۶) $$\tilde{A} = \left[\tilde{a}_{ij}\right] = N_l = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \frac{1}{\tilde{a}_{12}} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \\ \frac{1}{\tilde{a}_{1n}} & \frac{1}{\tilde{a}_{2n}} & \ddots & \vdots \\ & & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

که در آن، $\tilde{a}_{12}$ یک عدد فازی مثلثی برای تعیین اهمیت نسبی دو معیار C۱ و C۲ است. ضمن اینکه $\left[\tilde{a}_{ij}\right]$ نشان‌دهنده ماتریسی است که توسط اعداد فازی به‌دست آمده و از فرمول‌های بالا ساخته شده است.

برای فازی‌زدایی، روش‌های متعددی وجود دارد که روش استفاده شده در اینجا، روش لیائو و وانگ است. این روش می‌تواند به‌طور صریح مشاهدات فازی را نشان دهد.

رابطه ۷) $$g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{ij}) = [\beta . f_{\alpha(lil)+(1-\beta)\cdot f_\alpha(uij)}]$$
$$0 \ll \beta \ll 1{,}0 \ll \alpha \ll 1$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این رابطه، $f_{\alpha}(L_{ij}) = [(M_{ij} - L_{ij}).\alpha + L_{ij}]$ مقدار حد پایین α- برش $\tilde{a}_{ij}$ را نشان می‌دهد و $f_{\alpha}(U_{ij}) = [(U_{ij} - M_{ij}).\alpha]$ معرف مقدار حد بالای α - برش $\tilde{a}_{ij}$ است.

رابطه ۸)
$$g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{ij})=\frac{1}{g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{ij})}$$

$$0 \ll \beta \ll 1, 0 \ll \alpha \ll 1, \ i > j$$

به‌دلیل توانایی این روش در نمایش تلرانس ترجیح (α) و تلرانس ریسک (β)، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند ریسک‌هایی را که در شرایط مختلف با آن مواجه می‌شوند، کاملاً درک کنند. به‌ویژه α را می‌توانند به‌صورت شرایط ثابت یا دارای نوسان در نظر بگیرند. زمانی که α = ۰ است، دامنه غیرقطعیت در بیشترین مقدار قرار دارد. در ضمن، محیط تصمیم‌گیری با افزایش مقدار α ثابت می‌ماند و هم‌زمان، واریانس تصمیم‌گیری کاهش می‌یابد. به‌علاوه، α می‌تواند عددی بین ۰ و ۱ باشد و مجموعه‌ای متشکل از ۱۰ عدد ۰/۱، ۰/۲، ۰۰۰، ۱ را برای عدم قطعیت نشان دهد. همچنین، در حالی که α = ۰ معرف حد بالای U_{ij} و حد پایین L_{ij} اعداد فازی مثلثی، و α = ۱ نشان‌دهنده میانگین هندسی اعداد فازی مثلثی M_{ij} هستند، β به‌عنوان میزان بدبینی تصمیم‌گیرنده مدنظر قرار می‌گیرد. وقتی β = ۰ باشد، تصمیم‌گیرنده خوش‌بین‌تر است، بنابراین توافق کارشناسان برابر با حد بالای U_{ij} عدد فازی مثلثی است. وقتی β = ۱ باشد، تصمیم‌گیرنده بدبین بوده و دامنه اعداد از صفر تا یک است. به هرحال، پنج عدد ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ برای نمایش حالات ذهنی تصمیم‌گیرندگان استفاده می‌شود. ماتریس مقایسات زوجی یک فرد، به‌صورت ذیل نمایش داده می‌شود.

رابطه ۹)
$$g_{\alpha,\beta}(\tilde{A})=\begin{bmatrix} 1 & g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{12}) & \dots & g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{1n}) \\ \frac{1}{g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{12})} & 1 & \dots & g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{2n}) \\ \vdots & \vdots & & \\ \frac{1}{g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{12})} & \frac{1}{g_{\alpha,\beta}(\tilde{a}_{2n})} & \ddots & \vdots \\ & & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

مرحله ٤: تعیین بردار ویژه و تشکیل سوپر ماتریس:

رابطه ۱۰)
$$[g_{\alpha,\beta}(\tilde{A}) - \lambda_{max}]W = 0$$

$$0 \ll \beta \ll 1 \ , \ 0 \ll \alpha \ll 1$$

λ_{max} معرف مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی $g_{\alpha,\beta}(\tilde{A})$ و W معرف بردار ویژه $g_{\alpha,\beta}(\tilde{A})$ است.

مفهوم سوپر ماتریس، شبیه فرایند زنجیره مارکوف است. برای به‌دست آوردن اولویت کلی در سیستمی با تأثیر وابسته، بردارهای اولویت محلی در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد شده و به‌عنوان سوپر ماتریس شناخته می‌شوند. هر قطعه سوپر ماتریس، ارتباط بین دو گره (مؤلفه یا خوشه) در یک سیستم را نشان می‌دهد. برای مثال، سوپر ماتریس سلسله مراتبی با سه سطح به صورت زیر است:

رابطه ۱۱)
$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$$

www.SID.ir

Archive of SID

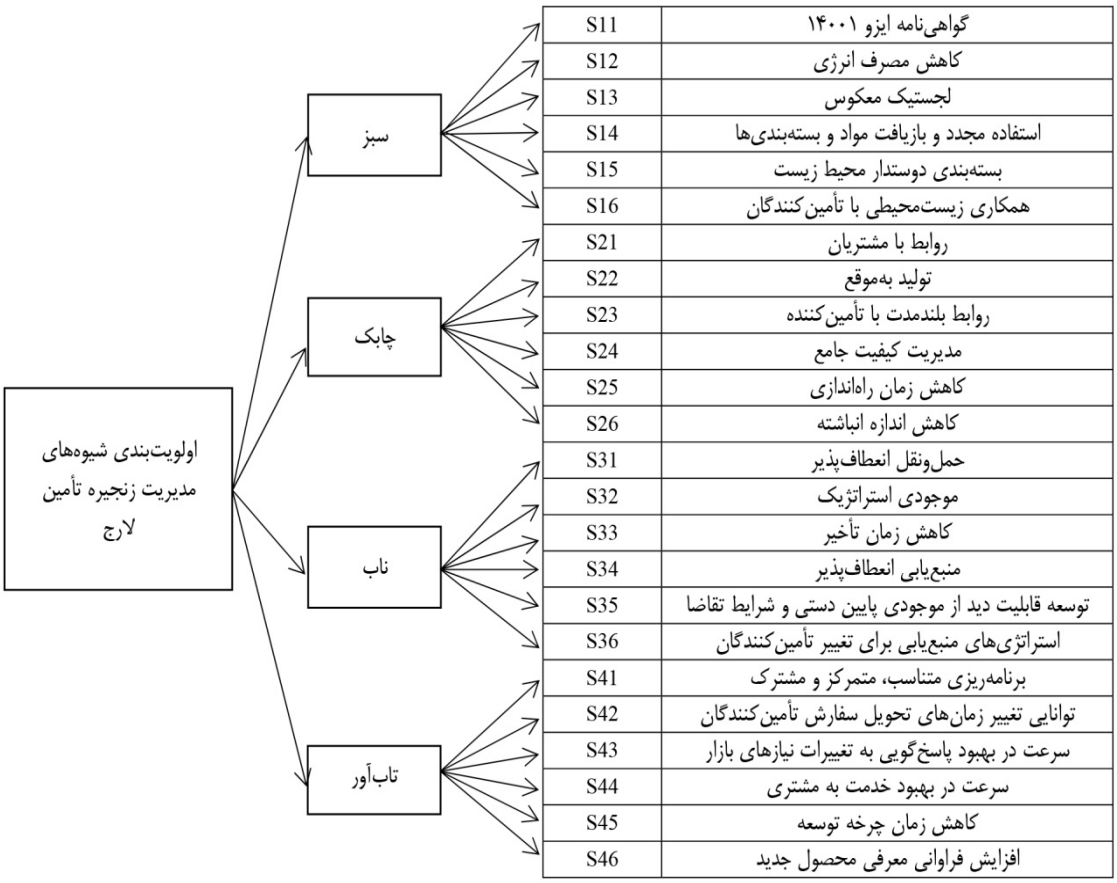
به‌طوری که W_{21} برداری است که اثر هدف روی معیارها را نشان می‌دهد و W_{32} ماتریسی است که نشان‌دهنده اثر معیارها روی هر گزینه است. I یک ماتریس همانی است و برای عناصری که تأثیری روی هم ندارند، مقدار صفر را می‌گیرد. اگر بین خود معیارها وابستگی وجود داشته باشد، یک شبکه جایگزین سلسله‌مراتب می‌شود. در این صورت، جایگاه (۲و۲) از W_n داده شده به وسیله W_{22} که به وابستگی اشاره دارد، اشغال می‌شود و سوپر ماتریس به شکل زیر تبدیل می‌شود.

رابطه ۱۲)
$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{bmatrix}$$

مرحله ۵: ارزیابی تصمیم: بعد از به‌دست‌آوردن اولویت کلی گزینه‌ها، گزینه‌ای بیشترین اولویت را دارد، انتخاب می‌شود.

کاربرد روش FANP برای این تحقیق به صورت زیر است:

مرحله ۱: ساخت مدل و تبدیل مسئله به ساختار شبکه‌ای. مدل شبکه‌ای برای ارزیابی پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲. مدل شبکه‌ای برای اولویت‌بندی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله ۲: ساختن اعداد فازی مثلثی. اعداد فازی مثلثی با استفاده از فرمول‌هایی که در بالا شرح داده شد، ساخته می‌شوند. هر کارشناس با استفاده از اعداد فازی، یک مقایسه زوجی بین معیارهای تصمیم می‌سازد که در ادامه شرح آن آمده است.

مرحله ۳: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی فازی (مستقل و وابسته) و فازی‌زدایی.

مرحله ٤: تعیین بردار ویژه و تشکیل سوپر ماتریس. در این مراحل، ماتریس‌های مقایسه‌ای معیارهای اصلی، وابستگی معیارهای اصلی به یکدیگر، زیرمعیارها و وابستگی زیرمعیارها به یکدیگر تشکیل شده و مقدار بردار ویژه نیز به‌دست می‌آید. همچنین برای هر ماتریس شاخص میزان سازگاری نیز محاسبه شده است. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن انجام شد و تمامی ماتریس‌ها سازگار بودند، پس اکنون می‌توان به ساخت سوپر ماتریس اقدام کرد.

تشکیل ماتریس‌های مقایسه‌ای و کنترل سازگاری آنها

مقایسه زوجی معیارهای اصلی (W_{21}): ساعتی برای مقایسه زوجی دو مؤلفه مقیاس یک تا نه را پیشنهاد می‌کند. مقایسه زوجی معیارهای اصلی، با اقتباس از چنگ روو و همکارانش، به همان ترتیبی انجام می‌شود که در مرحله دوم روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی توضیح داده شد. برای تعیین ضریب اهمیت (وزن) معیارها و زیرمعیارها، به‌صورت زوجی آنها را با هم مقایسه می‌کنیم.

با توجه به هدف مسئله، شدت برتری معیار i نسبت به معیار j، a_{ij} تعیین می‌شود. تمامی معیارها به صورت زوجی با هم مقایسه می‌شوند و چون چهار معیار در این مسئله وجود دارد، قضاوت با توجه به رابطه ۶ صورت پذیرد.

رابطه ۱۳) $$\frac{n(n-1)}{2}=\frac{4(4-1)}{2}=6$$

تمامی مقایسه‌های زوجی در یک ماتریس $n \times n$ وارد می‌شوند و این ماتریس، ماتریس مقایسه زوجی معیارهای $A=[a_{ij}]n \times n$ نامیده می‌شود. نمره a_{ij} در ماتریس مقایسه زوجی، گویای اهمیت نسبی مؤلفه در سطر عناصر i با توجه به ستون j است؛ به بیان دیگر، $a_{ij}=\frac{w_i}{w_j}$ را مشخص می‌کند. نمره ۱، نشان‌دهنده اهمیت همسان و برابری دو مؤلفه و ۹ اهمیت خیلی زیاد مؤلفه i بر مؤلفه j است. اعداد این ماتریس همگی مثبت هستند. با توجه به اصل «شرط معکوس» در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، در هر مقایسه دودویی، دو مقدار a_{ij} و $\frac{۱}{a_{ij}}$ را خواهیم داشت. نتیجه مقایسه زوجی معیارهای اصلی در جدول ۲ آمده است

جدول ۲. ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی پژوهش

	C۱			C۲			C۳			C٤		
C۱	۱	۱	۱	۳/۸۴۳	۳/۱۵۳	۲/۵۰۰	۲/۱۷۰	۱/۷۴۴	۱/۴۱۰	۲/۹۵۹	۲/۲۶۹	۱/۶۸۹
C۲	۰/۴۰۰	۰/۳۱۷	۰/۲۶۰	۱	۱	۱	۲/۲۶۸	۲/۰۶۲	۱/۶۴۰	۱/۷۵۹	۱/۴۵۹	۱/۱۴۷
C۳	۰/۷۰۹	۰/۵۷۳	۰/۴۶۱	۰/۷۲۶	۰/۴۸۵	۰/۴۳۳	۱	۱	۱	۱/۲۷۹	۱/۰۲۳	۰/۸۱۹
C۴	۰/۵۹۲	۰/۴۴۱	۰/۳۳۸	۰/۸۷۱	۰/۶۸۵	۰/۵۶۹	۱/۲۲۱	۰/۹۷۷	۰/۷۸۲	۱	۱	۱

www.SID.ir

Archive of SID

پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی به‌دست‌آمده، جمع فازی هر سطر محاسبه می‌شود. برای نمونه، بسط فازی معیار C۱ در زیر مشاهده می‌شود.

بسط فازی سطر ۱:

(۱, ۱, ۱)⊕ (۲/۵۰۰ , ۳/۱۵۳ , ۳/۸۴۳)⊕ (۱/۴۱۰ , ۱/۷۴۴ , ۲/۱۷۰) ⊕ (۱/۶۸۹ , ۲/۲۶۹ , ۲/۹۵۹) = (۶/۶۰, ۸/۱۷ , ۹/۹۷)

بدین ترتیب، بسط فازی ترجیحات هریک از معیارهای اصلی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\sum_{j=1}^{4} M_{g_1}^{j} = (6.60, 8.17, 9.97)$$ رابطه ۱۴)

$$\sum_{j=2}^{4} M_{g_2}^{j} = (4.05, 4.84, 5.43)$$ رابطه ۱۵)

$$\sum_{j=3}^{4} M_{g_3}^{j} = (2.71, 3.08, 3.71)$$ رابطه ۱۶)

$$\sum_{j=3}^{4} M_{g_3}^{j} = (2.69, 3.10, 3.68)$$ رابطه ۱۷)

مجموع عناصر ستون ترجیحات معیارهای اصلی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\sum_{i=1}^{4}\sum_{j=1}^{4} M_{g}^{j} (16/05, 19/19, 22/80)$$ رابطه ۱۸)

برای نرمال‌سازی ترجیحات هر معیار، باید مجموع مقادیر آن معیار بر مجموع تمامی ترجیحات (عناصر ستون) تقسیم شود. چون مقادیر فازی هستند، جمع فازی هر سطر در معکوس مجموع ضرب می شود. معکوس مجموع باید محاسبه شود.

$$F1\ -1 = (1/u1, 1/m1, 1/l1)$$ رابطه ۱۹)

$$\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} M_{g}^{j}\right)^{-1} = (0.044, 0.052, 0.062)$$ رابطه ۲۰)

$$S_k = \sum_{i=1}^{n} M \times \left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} M_{g}^{j}\right)^{-1}$$ رابطه ۲۱)

هریک از مقادیر به‌دست‌آمده، وزن فازی و نرمال شده مربوط به معیارهای اصلی هستند. در گام نهایی، فازی‌زدایی مقادیر به‌دست آمده و محاسبات عدد کریسپ صورت گرفته است. محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت معیارهای اصلی به صورت جدول ۳ است:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. فازی‌زدایی اوزان نرمال محاسبه شده متغیرهای اصلی مطالعه

Crisp	X_{1max}	X_{2max}	X_{3max}	Deffuzy	Normal
تاب‌آور	۰/۴۴۵	۰/۴۴۰	۰/۴۳۵	۰/۴۴۵	۰/۴۲۸
ناب	۰/۲۵۶	۰/۲۵۵	۰/۲۵۴	۰/۲۵۶	۰/۲۴۶
چابک	۰/۱۷۰	۰/۱۶۸	۰/۱۶۵	۰/۱۷۰	۰/۱۶۴
سبز	۰/۱۷۰	۰/۱۶۸	۰/۱۶۶	۰/۱۷۰	۰/۱۶۳

بر اساس جدول ۳، بردار ویژه اولویت معیارهای اصلی به‌صورت W_{21} خواهد بود.

رابطه ۲۲)
$$w_{21} = \begin{bmatrix} 0.428 \\ 0.246 \\ 0.164 \\ 0.163 \end{bmatrix}$$

بر اساس بردار ویژه به‌دست آمده:

- تاب‌آور با وزن نرمال ۰/۴۲۸ از بیشترین اولویت برخوردار است.
- ناب با وزن نرمال ۰/۲۴۶ در رتبهٔ دوم قرار دارد.
- چابک با وزن نرمال ۰/۱۶۴ در رتبه سوم قرار دارد.
- سبز با وزن نرمال ۰/۱۶۳ در رتبه آخر قرار دارد.

میزان ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۹۳ و کوچک‌تر از ۰/۱ به‌دست آمده است، بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

زیرمعیارهای مربوط به هر معیار (شیوه‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز) به‌صورت زوجی مقایسه شده‌اند. میزان ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برای زیرمعیارهای تاب‌آور، ناب، چابک و سبز، به‌ترتیب ۰/۰۱۳، ۰/۰۲۱، ۰/۰۸۱ و ۰/۰۰۶ به‌دست آمده است که همگی کوچک‌تر از ۰/۱ هستند، بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

محاسبه سوپرماتریس ناموزون، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد

برای تعیین وزن نهایی، خروجی مقایسه معیارهای اصلی، بر اساس هدف و روابط درونی میان معیارها، در یک سوپرماتریس ارائه می‌شود. به این سوپرماتریس، سوپرماتریس اولیه یا ناموزن گفته می‌شود. برای دستیابی به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت‌های داخلی (یعنی همان wهای محاسبه شده)، در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه یک سوپر ماتریس (در واقع یک ماتریس تقسیم‌بندی شده[1]) به‌دست می‌آید که هر بخش از این ماتریس، ارتباط بین یک دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد (زبردست، ۱۳۸۰). با توجه به روابط شناسایی شده در پژوهش حاضر، سوپر ماتریس اولیه به‌صورت زیر خواهد بود:

1. Partitioned matrix

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه ۲۳)
$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix}$$

در این سوپرماتریس، بردار $W_{۲۱}$ اهمیت هریک از معیارهای اصلی را بر اساس هدف نشان می‌دهد. بردار $W_{۲۲}$ نشان‌دهنده مقایسه زوجی روابط درونی بین معیارهای اصلی است. بردار $W_{۳۲}$ نشان‌دهنده اهمیت هر یک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود است. درایه‌های صفر نیز، گویای بی‌تأثیر بودن فاکتورها در محل تلاقی سطر و ستون بر یکدیگر است. بردار $W_{۳۳}$ مقایسه زوجی روابط درونی بین زیرمعیارها را نشان می‌دهد.

جدول ٤. وزن نهایی زیرمعیارها براساس سوپرماتریس حد

زیرمعیار	نماد زیرمعیار	وزن نهایی	رتبه‌بندی نهایی
گواهی‌نامه ایزو ۱۴۰۰۱	S۱۱	۰/۰۴۰۵	۱۳
کاهش مصرف انرژی	S۱۲	۰/۰۴۸۱	۸
لجستیک معکوس	S۱۳	۰/۰۴۰۵	۱۴
استفاده مجدد و بازیافت مواد و بسته‌بندی‌ها	S۱۴	۰/۰۳۵۳	۱۹
بسته‌بندی دوستدار محیط زیست	S۱۵	۰/۰۳۸۵	۱۸
همکاری زیست‌محیطی با تأمین‌کنندگان	S۱۶	۰/۰۴۷۳	۹
روابط با مشتریان	S۲۱	۰/۰۴۶۲	۱۰
تولید به‌موقع	S۲۲	۰/۰۷۱۴	۲
روابط بلندمدت با تأمین‌کننده	S۲۳	۰/۰۶۰۴	۳
مدیریت کیفیت جامع	S۲۴	۰/۰۵۸۹	۴
کاهش زمان راه‌اندازی	S۲۵	۰/۰۰۵۶	۲۴
کاهش اندازه انباشته	S۲۶	۰/۰۰۶۹	۲۳
حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر	S۳۱	۰/۰۵۴۹	۷
موجودی استراتژیک	S۳۲	۰/۰۷۳۴	۱
کاهش زمان تأخیر	S۳۳	۰/۰۵۶۱	۶
منبع‌یابی انعطاف‌پذیر	S۳۴	۰/۰۴۵۱	۱۱
توسعه قابلیت دید از موجودی پایین‌دستی و شرایط تقاضا	S۳۵	۰/۰۰۸	۲۲
استراتژی‌های منبع‌یابی برای تغییر تأمین‌کنندگان	S۳۶	۰/۰۱۲	۲۱
برنامه‌ریزی متناسب، متمرکز و مشترک	S۴۱	۰/۰۴۲۸	۱۲
توانایی تغییر زمان‌های تحویل سفارش تأمین‌کنندگان	S۴۲	۰/۰۵۷۸	۵
سرعت در بهبود پاسخ‌گویی به تغییرات نیازهای بازار	S۴۳	۰/۰۳۹۵	۱۵
سرعت در بهبود خدمت به مشتری	S۴۴	۰/۰۳۲۳	۲۰
کاهش زمان چرخه توسعه	S۴۵	۰/۰۳۸۸	۱۶
افزایش فراوانی معرفی محصول جدید	S۴۶	۰/۰۳۸۸	۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به محاسبات انجام گرفته طی گام‌های یاد شده، سوپرماتریس ناموزون (اولیه) به‌دست می‌آید. در مرحله بعد با استفاده از مفهوم نرمال کردن، سوپرماتریس ناموزون به سوپرماتریس موزون (نرمال) تبدیل می‌شود. در سوپرماتریس موزون، جمع عناصر تمام ستون‌ها برابر با یک می‌شود. گام بعدی، محاسبه سوپرماتریس حد است. سوپرماتریس حد با به توان رساندن تمام عناصر سوپرماتریس موزون به‌دست می‌آید. این عمل آنقدر تکرار می‌شود تا تمام عناصر سوپرماتریس شبیه هم شود. در این حالت، تمامی درایه‌های سوپرماتریس برابر صفر خواهد بود و تنها درایه‌های مربوط به زیرمعیارها، عددی است که در تمام سطر مربوط به آن، درایه تکرار شده است. اولویت نهایی زیرمعیارها به صورت جدول ۴ است.

در نهایت، مهم‌ترین شیوه‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز که رویکردی یکپارچه از مدیریت زنجیره تأمین لارج است، برای بررسی پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و تأثیرشان بر عملکرد پایداری در زنجیره تأمین خودروسازی انتخاب شدند.

ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج با استفاده از رویکرد پویایی سیستم

فرضیه پویا

کاهش زمان تأخیر، یک استراتژی جدید جهانی است که افزایش پاسخ‌گویی، رقابت‌پذیری، بهبود سرعت ارائه خدمات، رضایت مشتری، افزایش فروش و سود را موجب می‌شود. کاهش زمان تأخیر، نوعی مزیت رقابتی ایجاد می‌کند و در دستیابی به بهینه‌سازی زنجیره تأمین داخلی و پایداری کمک می‌کند. تولید انعطاف‌پذیر، مستلزم تحویل سریع قطعات از سوی تأمین‌کنندگان است. زمان تأخیر کوتاه با موجودی استراتژیک مرتبط است. افزایش زمان تأخیر در زنجیره تأمین، به سطوح پایین‌تری از موجودی منجر می‌شود و هر اندازه خطوط تأمین دورتر باشد، این امکان وجود دارد که زمان تأخیر زنجیره افزایش یابد و این امر، موجودی را افزایش می‌دهد. موجودی استراتژیک و کاهش زمان تأخیر برای حفاظت در برابر مقدار تقاضا، زمان تقاضا، زمان تولید و مقادیر تولید، استفاده می‌شود. با کاهش زمان تأخیر، انتظار می‌رود به‌دلیل اطلاعات دقیق‌تر تقاضا و نیاز به موجودی کمتر، هزینه‌های موجودی کاهش یابد، البته هزینه‌های سفارش‌دهی را افزایش می‌دهد؛ زیرا تأمین‌کنندگان قیمت‌های بالاتری را برای سفارش‌ها با زمان تأخیر کوتاه‌تر در نظر می‌گیرند. در نهایت، زمان تأخیر کوتاه‌تر، سطح خدمات مشتریان را بهبود می‌بخشد. کاهش زمان تأخیر یک بهبود عملیاتی است که به‌طور غیرمستقیم بر انتشار کربن بر کل زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارد و با برخی ریسک‌ها و هزینه‌های اضافی مرتبط است. تأخیر، علاوه بر اینکه بر عملکرد اقتصادی تأثیر منفی دارد، بر عملکرد زیست‌محیطی هم تأثیرگذار است. هرچه زمان تأخیر طولانی‌تر باشد، زمینه ظهور بحران در شبکه تأمین فراهم می‌شود و در نهایت، احتمال آسیب‌پذیری زنجیره تأمین را در مقابل اختلال‌ها افزایش می‌دهد. روند تغییرات زمان تأخیر تحویل به ساپکو در شکل ۳ نشان داده شده است.

امروزه، استفاده از رویکرد ناب در جهان، به‌دلیل کاهش شدید موجودی و کاهش هزینه‌های مرتبط با آن، سیاست مطلوبی به نظر می‌رسد؛ اما در عمل، به‌دلیل نداشتن سیستم‌های قوی در برقراری هماهنگی و همچنین، به‌دلیل وجود تحریم‌ها، حوادث غیرمترقبه و غیره، برنامه‌های طراحی شده توسط شرکت‌ها، بارها تغییر می‌کند. شیوه تولید به‌موقع یکی از شیوه‌های بسیار مهم در مدیریت زنجیره تأمین ناب است که شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا عملیات خود را هم در داخل و

www.SID.ir

Archive of SID

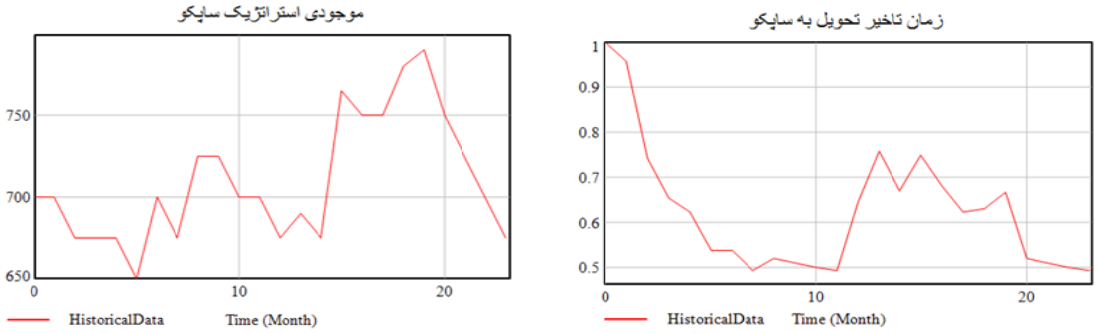
هم در سراسر زنجیره تأمین افزایش دهند. این شیوه، حمل‌ونقل مکرر را در حجم کم انجام می‌دهد. در این سیاست، موجودی بیش از اندازه کم یا در مواقعی صفر است. کمبود موجودی، ممکن است در زمان اختلال، به توقف تولید منجر شود و شرکت‌ها، به‌ویژه تأمین‌کنندگان، قادر نیستند به اختلال‌های ایجاد شده، پاسخ دهند، از این رو با شکست مواجه می‌شوند. می‌توان گفت که این سیاست، زنجیره تأمین را آسیب‌پذیر می‌کند. شکست‌های نشئت گرفته از برآورده‌نشدن تقاضای مشتریان، به افزایش هزینه‌ها می‌انجامد، بنابراین، شرکت‌ها برای هموار کردن ریسک‌های مرتبط با موجودی، باید شیوه موجودی استراتژیک را به‌کار ببرند تا از جریان مداوم مواد در زمان اختلال، اطمینان حاصل کنند.

محصول نهایی شرکت‌های خودروسازی، حاصل در کنار هم قرارگرفتن تعداد معینی از قطعات مختلف است. خودرو از جمله محصولاتی است که تولید آن در صورت نبود حتی یک قطعه، متوقف خواهد شد. تحریم‌ها و همکاری نکردن تأمین‌کنندگان، به‌خصوص تأمین‌کنندگان خارجی، به کمبود موجودی منجر می‌شود. کمبود موجودی یکی از عوامل بسیار مهم در ایجاد بحران فرایندهای تولیدی است. زنجیره تأمین خودروسازی در زمان مواجهه با کمبود قطعات بسیار آسیب‌پذیر است. کمبود قطعات به افزایش تولید خودروهای کامل‌نشده، افزایش هزینه‌های نگهداری، تأخیر در تحویل محصول نهایی، نارضایتی مشتریان، کاهش فروش، کاهش سود و توقف خط تولید منجر می‌شود که تمام اینها، هزینه‌های هنگفتی به همراه خواهد داشت. نقش موجودی، به‌عنوان ذخیره احتیاطی برای عدم قطعیت در مدت طولانی، مشخص و روشن است.

سطح موجودی با در نظر گرفتن عدم اطمینان تأمین و تقاضا تعیین می‌شود. بنابراین، در این وضعیت، نگهداری موجودی استراتژیک برای زنجیره تأمین اهمیت بسزایی دارد. سطح موجودی استراتژیک، تأثیر شایان توجهی بر هزینه‌های عملیاتی در آینده می‌گذارد. اگر نگهداری موجودی استراتژیک بیش از حد باشد، به هزینه‌های نگهداری، هزینه‌های مصرف انرژی و... منجر می‌شود. با افزایش هزینه‌ها، سودآوری کاهش می‌یابد؛ به این معنا که نگهداری بیش از حد موجودی عملکرد اقتصادی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. از سویی دیگر، ذخیره‌سازی بیش از حد موجودی هم نوعی خطر زیست‌محیطی محسوب می‌شود. مصرف انرژی مربوط به انبارداری، به‌دلیل نیازهای انرژی برای گرم‌کردن، خنک‌کردن، تجهیزات بارگیری مواد، عامل خطرناک و بسیار مهمی برای محیط زیست است. اثرهای منفی ذخیره‌سازی بیش از حد کالاها در محیط زیست کاملاً مشهود است. در زمانی که میزان موجودی کم باشد، قابلیت اطمینان در تحویل با ریسک مواجهه می‌شود و از طرفی، هزینه و زمان حمل‌ونقل، به‌دلیل تناوب بیشتر عملیات حمل‌ونقل افزایش می‌یابد که این موضوع، بر عملکرد اقتصادی، از لحاظ هزینه‌ها و بر عملکرد زیست‌محیطی، از لحاظ مصرف انرژی تأثیرگذار است. از سویی دیگر، پیامدهای دیگری مانند عدم پاسخ‌گویی به اختلال‌های ایجاد شده، از دست‌دادن مشتریان، کاهش رقابت‌پذیری و ناپایداری بین اعضای زنجیره تأمین را به دنبال دارد. همچنین بر عملکرد اجتماعی از لحاظ نارضایتی مشتریان تأثیرگذار خواهد بود. در این وضعیت، زنجیره تأمین پایدار نمی‌ماند؛ زیرا بر سه بُعد پایداری تأثیرهای نامطلوب می‌گذارد. روند تغییرات موجودی استراتژیک در شکل ۳ نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

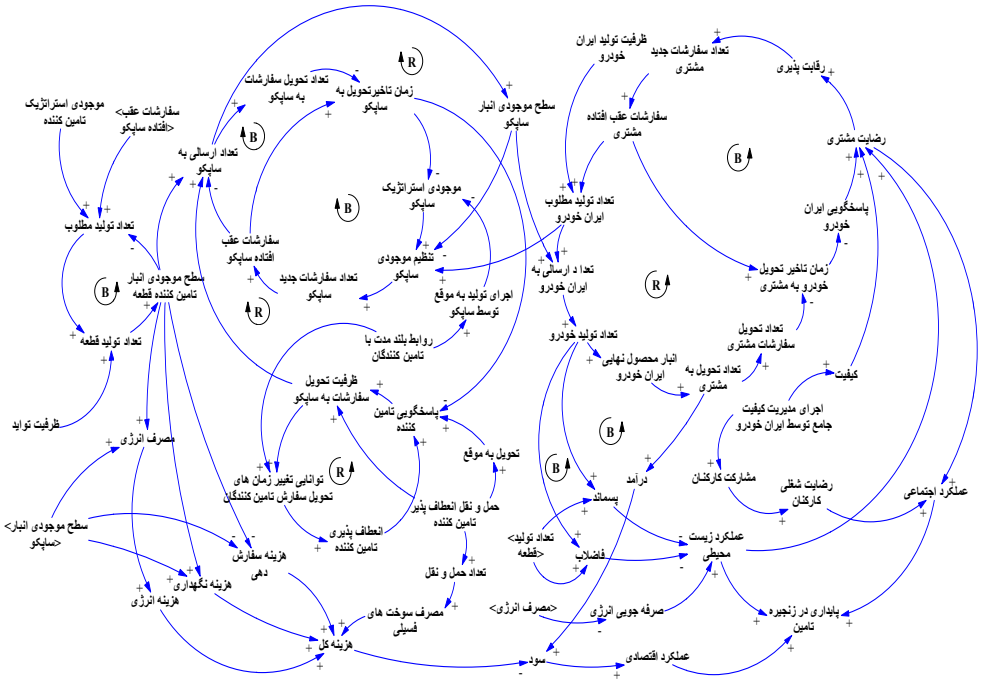


شکل ۳. روند تغییرات موجودی استراتژیک سایکو و زمان تأخیر تحویل به سایکو

نمودار علّی و معلولی

به‌منظور طراحی نمودار علّی و معلولی، متغیرهای مطرح شده در فرضیه دینامیکی و عوامل مؤثر بر رفتار آنها ارزیابی شده و نوع ارتباط متغیرها و حلقه‌های بازخورد برآمده از ارتباط آنها، مرحله به مرحله طراحی می‌شود تا مدل علت و معلولی نهایی مشخص شود. در روش پویایی سیستم، فرایند تهیه نمودار علّی و معلولی و جریان، معمولاً از طریق مصاحبه با خبرگان طی فرایند رفت و برگشتی انجام می‌گیرد. در روش پویایی سیستم، پس از آنکه مسئله موجود درک شد، با مطرح کردن پرسش برای متخصصان و دریافت پاسخ از آنها، ابتدا نمودارهای علّی و معلولی و پس از آن، نمودار جریان تهیه می‌شود.

این نمودار دارای ۶ حلقه بازخورد منفی و ۴ حلقه بازخورد مثبت است. شکل ۴ در یک نگاه، روابط علّی و معلولی بین شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و معیارهای پایداری را نشان می‌دهد.



شکل٤. نمودار علّی و معلولی

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار حالت ـ جریان

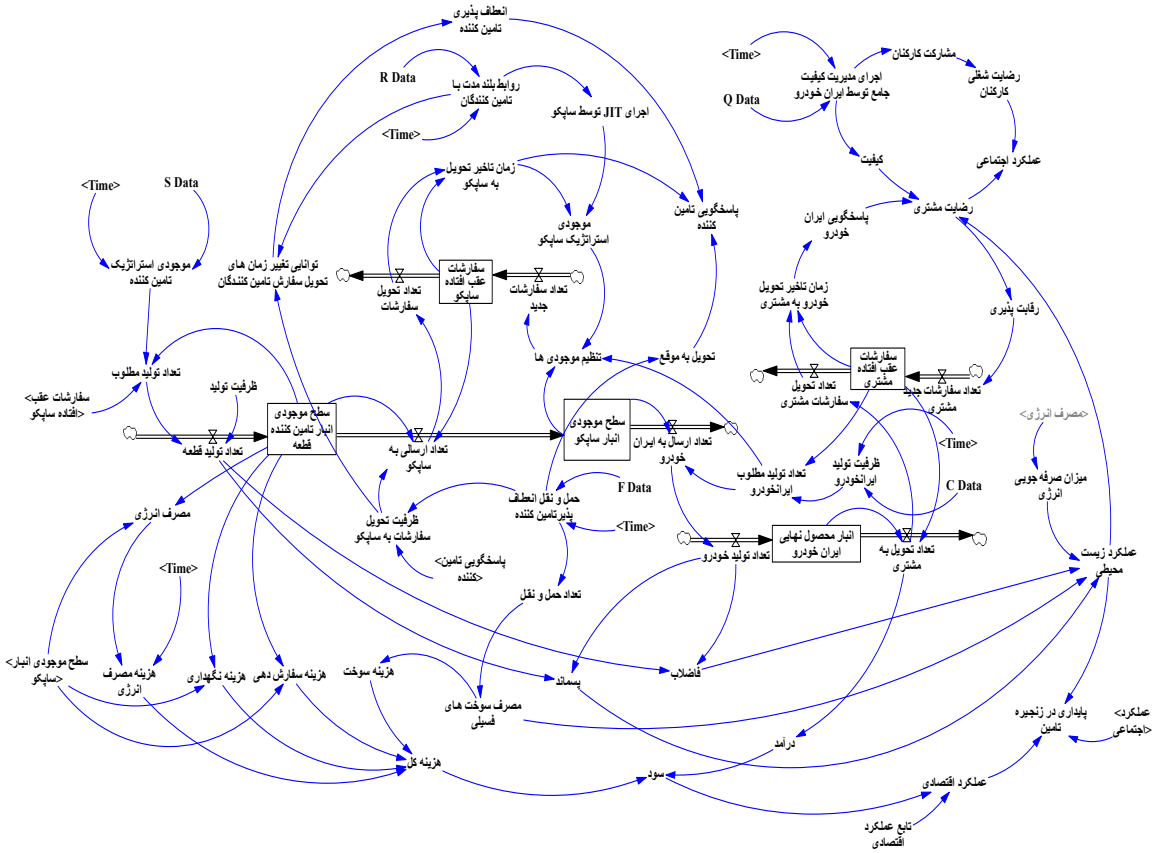
این نمودار، نحوه تعامل بین متغیرهای یک سیستم را با یکدیگر نشان می‌دهد. متغیرهای استفاده شده در این مدل، به سه گروه دسته‌بندی می‌شود:

الف) متغیرهای حالت: این متغیرها نشان‌دهنده انباشت در یک دوره زمانی است و در طول زمان توسط متغیر جریان افزایش یا کاهش می‌یابد، مانند سطح موجودی انبار تأمین‌کننده، سطح موجودی انبار ساپکو، انبار محصول نهایی ایران خودرو، سفارش‌های عقب‌افتاده ساپکو، سفارش‌های عقب‌افتاده مشتری.

ب) متغیرهای جریان: این متغیرها تعیین‌کننده متغیرهای حالت در سیستم هستند، مانند: تعداد تولید قطعه، تعداد ارسالی به ساپکو، تعداد ارسالی به ایران خودرو، تعداد تولید خودرو، تعداد تحویل به مشتری، تعداد سفارش‌های جدید ساپکو، تعداد تحویل سفارش‌ها به ساپکو، تعداد سفارش‌های جدید مشتری، تعداد تحویل سفارش‌ها به مشتری.

ج) متغیرهای کمکی: مقدار این متغیرها جدا از مقدار متغیرهای دوره‌های زمانی قبل است.

این مدل دارای ۶۵ معادله ریاضی است. شکل ۵ نمودار حالت ـ جریان مدل را نشان می‌دهد.



شکل ۵. نمودار حالت ـ جریان

در جدول ۵ برخی از متغیرها، واحد سنجش و توابع ریاضی به‌کار رفته در مدل آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. واحد سنجش متغیرها و توابع ریاضی متغیرها

متغیر	واحد سنجش	توابع ریاضی
سطح موجودی انبار تأمین‌کننده قطعه	Part/Month	Integral (تعداد تولید قطعه ـ تعداد ارسالی به ساپکو)
تعداد تولید قطعه	Part/Month	Min (تعداد تولید مطلوب و ظرفیت تولید)
سفارش‌های عقب‌افتاده ساپکو	Part/Month	Integral (تعداد سفارش‌های جدید ـ تعداد تحویل سفارش‌ها)
زمان تأخیر تحویل به ساپکو	Hour/Month	Max (تعداد تحویل سفارش‌ها و سفارش‌های عقب‌افتاده ساپکو)
سطح موجودی انبار ساپکو	Part/Month	Integral (تعداد ارسالی به ساپکو ـ تعداد ارسالی به ایران خودرو)
تعداد ارسالی به ایران خودرو	Part/Month	Min (سطح موجودی انبار ساپکو و تعداد تولید مطلوب ایران خودرو)
انبار محصول نهایی خودرو	Part/Month	Integral (تعداد تولید خودرو ـ تعداد تحویل به مشتری)
تعداد تحویل به مشتری	Part/Month	Min (سفارش‌های عقب‌افتاده مشتری و انبار محصول نهایی ایران خودرو)
سفارش‌های عقب‌افتاده مشتری	Part/Month	Integral (تعداد سفارش‌های جدید مشتری – تعداد تحویل سفارش‌های مشتری)

اعتبارسنجی مدل

یکی از مراحل بسیار مهم مدل‌سازی، اعتبارسنجی مدل است. از آنجا که مدل پویایی سیستم، معمولاً عملیات واقعی سیستم‌های واقعی را در برخی جنبه‌ها نشان می‌دهد، نزدیک‌بودن مدل به دنیای واقعی برای تأیید مدل، بسیار ضروری و مهم است (گری، اموس و تهسین[1]، ۲۰۱۸). برای اطمینان از اعتبار عملکرد مدل، آزمون‌های زیر انجام شد که نتایج آنها به شرح زیر است:

۱. آزمون سازگاری ابعاد: این آزمون به‌منظور تعیین واحد متغیرها و هماهنگی آنها با واقعیت به اجرا درآمد و به تأیید رسید؛

۲. آزمون ارزیابی ساختار مدل: در این پژوهش، با بهره‌گیری از نظر کارشناسان و خبرگان در زنجیره تأمین خودروسازی، ساختار مدل بررسی شد و اعتبار ساختاری مدل به تأیید رسید.

۳. آزمون حدی: در این روش، برخی متغیرهای مدل در معرض تغییرات ناگهانی و شرایط حدی قرار می‌گیرند و رفتار مدل بررسی می‌شود. برای مثال، مقدار ظرفیت تولید ایران خودرو در ماه ۲۴، حدود ۸۰ درصد کاهش داده شده است. همان‌طور در شکل ۶ مشاهده می‌شود، تعداد تولید خودرو کاهش چشمگیری یافته و زمان تأخیر تحویل خودرو به مشتری، به‌شدت افزایش یافته است.

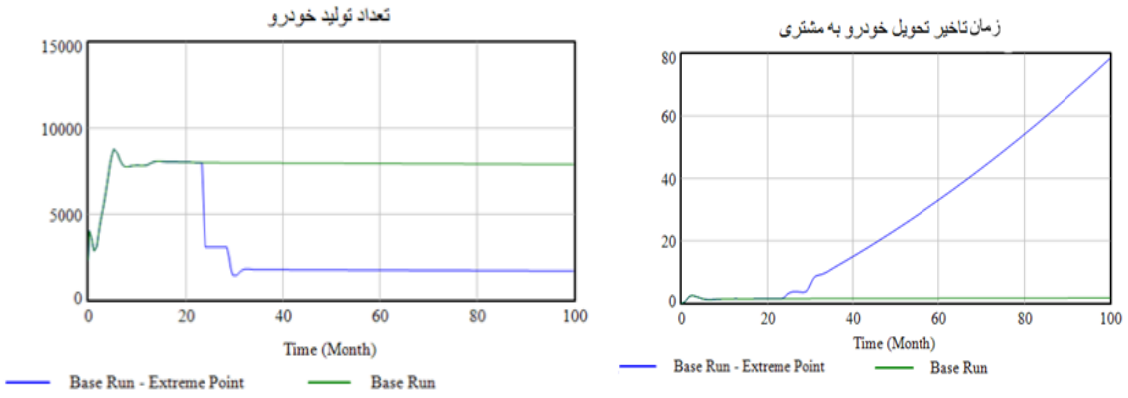
۴. آزمون بازتولید رفتار: هدف از اجرای آزمون بازتولید رفتار، مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است. در این حالت، رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو، بازتولید می‌شود تا با

1. Gary, Amos, & Tehseen

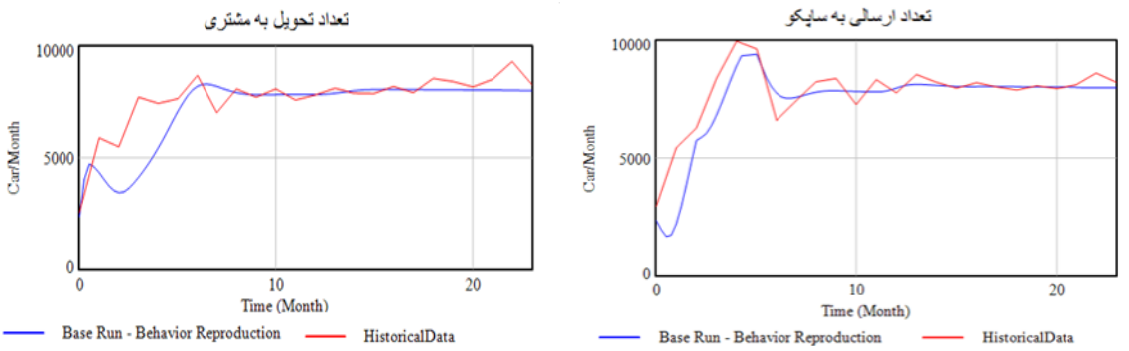
www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های واقعی مقایسه شود. در شکل ۶، اطلاعات واقعی و شبیه‌سازی تعداد تحویل به مشتری و تعداد ارسالی به ساپکو در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ نشان داده شده است. این نمودارها رفتار متغیرهایی را نشان می‌دهد که به خوبی شبیه‌سازی شده‌اند.



شکل ٦. آزمون حدی مربوط به متغیر تعداد تولید خودرو و تأخیر خودرو به مشتری



شکل ۷. آزمون بازتولید رفتار مربوط به متغیر تعداد ارسالی به ساپکو و تعداد تحویل به مشتری

آزمون محاسبه میزان خطا

برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی، علاوه بر آزمون بازتولید رفتار، از شاخص آزمون خطا نیز استفاده شده است. میزان خطای متغیرهای کلیدی بر اساس روش‌های زیر محاسبه شده است.

محاسبه درصد خطای مجذورات (RMSPE)[1]: بر اساس این شاخص، هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، بیشتر می‌توان به نتایج شبیه‌سازی اعتماد کرد. میزان خطا در این روش بر اساس رابطه ۲۴ محاسبه می‌شود.

1. Root Mean Square Percent Error

www.SID.ir

Archive of SID

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}\left(\frac{y_{T+i}^{s} - y_{T+i}^{a}}{y_{T+i}^{a}}\right)^{2}} \times 100$$ رابطه ۲۴)

در این رابطه y_{T+i}^{s} نتایج شبیه‌سازی متغیر الگو، y_{T+i}^{a} داده‌های واقعی و θ تعداد مشاهدات است. هرچه میزان RMSPE به صفر نزدیک‌تر باشد، به مفهوم خطای کمتر است و نزدیک‌بودن به ۱۰۰ نیز، خطای بسیار زیاد را نشان می‌دهد.

ضریب نابرابری (IT)[1]**:** محاسبه ضریب نابرابری یکی دیگر از روش‌های سنجش میزان خطای داده‌های شبیه‌سازی شده از داده‌های واقعی است. میزان IT بین صفر و یک قرار می‌گیرد. اگر IT برابر با صفر باشد، به‌معنای برابر بودن مقادیر پیش‌بینی شده در الگو با مقدار واقعی است و اگر IT برابر ۱ باشد، یعنی عملکرد الگو در ارزیابی رفتار سیستم واقعی مناسب نیست. میزان این خطا بر اساس رابطه ۲۵ محاسبه می‌شود.

$$IT = \frac{\sqrt{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}\left(y_{T+i}^{s} - y_{T+i}^{a}\right)^{2}}}{\sqrt{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}\left(y_{T+i}^{s}\right)^{2}} + \sqrt{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}\left(y_{T+i}^{a}\right)^{2}}}$$ رابطه ۲۵)

نتایج آزمون‌های محاسبه خطا برای متغیرهای تعداد تحویل به مشتری و تعداد ارسالی به ساپکو در جدول ۶ نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول، میزان خطا در متغیرهای مدنظر در سطح قابل قبولی قرار دارد.

جدول ٦. نتایج آزمون محاسبه میزان خطا

متغیرها	RMSPE	IT
تعداد تحویل به مشتری	۱۷/۳۸۳۵	۰/۰۶۹۱
تعداد ارسالی به ساپکو	۱۵/۱۱۵۹	۰/۰۶۰۴

سناریوها

سناریو ۱: بهبود در اجرای مدیریت کیفیت جامع

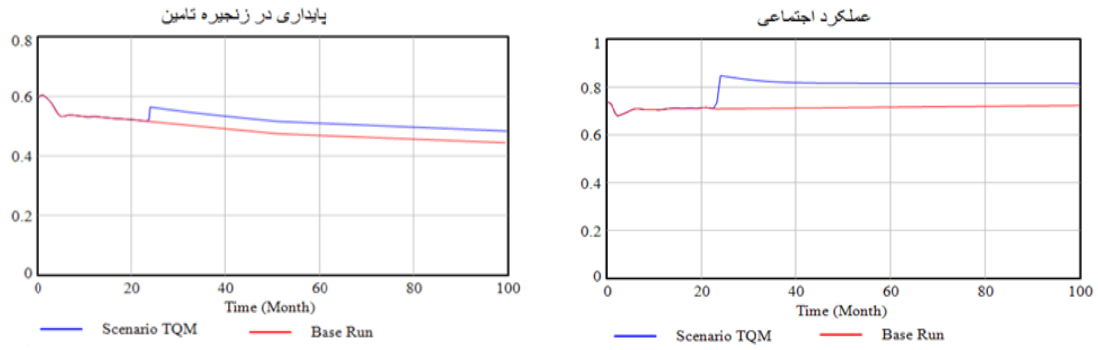
یکی از شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج که بر پایداری زنجیره تأمین تأثیر دارد، شیوه مدیریت کیفیت جامع است. با اجرای این سناریو، مشارکت و رضایت شغلی کارکنان افزایش چشمگیری یافت و همچنین به افزایش کیفیت محصول منجر شد. علاوه بر این، بر متغیرهای رضایت مشتری و رقابت‌پذیری تأثیر مثبتی گذاشت و موجب شد که تعداد سفارش‌های جدید مشتریان، افزایش پیدا کند. با افزایش ۲۰درصدی در اجرای مدیریت کیفیت جامع، مشخص شد که عملکرد اجتماعی بهبود خوبی یافته است؛ بر عملکرد اقتصادی تأثیرگذار نبوده و عملکرد زیست‌محیطی را کمابیش بهبود داده است؛ اما به‌طور کلی، پایداری در زنجیره تأمین بهبود یافته و زنجیره تأمین را پایدارتر کرده است. نتایج این پژوهش

1. Inequity Theil

www.SID.ir

Archive of SID

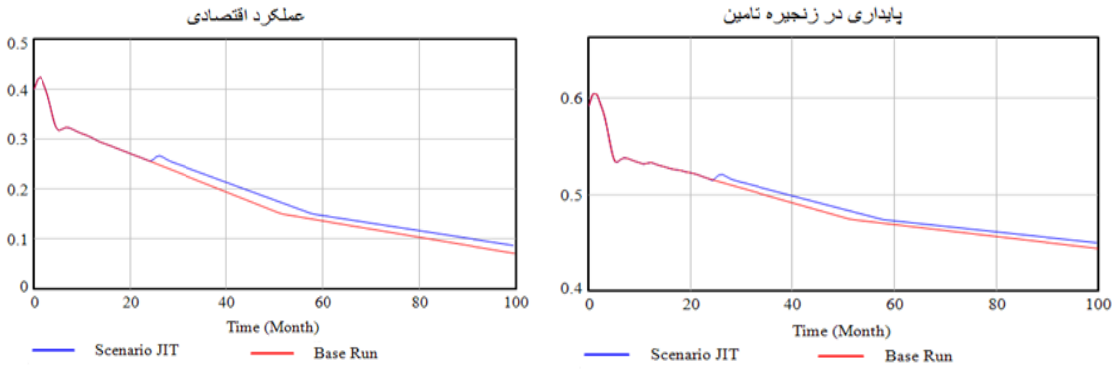
با یافته‌های الهربی، ال‌ماتاری و زین‌یوسف[1] (۲۰۱۶) مطابقت دارد. یافته‌های آنان نشان داد که مدیریت کیفیت جامع بر پایداری تأثیرگذار است. شفیق لاسرودا و حفیظ[2] (۲۰۱۷) نیز بیان کردند که مدیریت کیفیت جامع، نه‌تنها به افزایش سودآوری منجر می‌شود، بلکه رضایت مشتری و کارکنان را نیز افزایش می‌دهد که با یافته‌های این پژوهش هم‌راستاست.



شکل ۸. پایداری و عملکرد اجتماعی در زنجیره تأمین بعد از اجرای سناریو بهبود در اجرای TQM

سناریو دوم: بهبود در اجرای تولید به‌موقع

یکی دیگر از شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج که بر پایداری تأثیرگذار است، شیوه تولید به‌موقع است. رفتار سیستم نشان می‌دهد که با افزایش ۳۰درصدی در اجرای تولید به‌موقع، موجودی استراتژیک و سطح موجودی انبار ساپکو، کاهش چشمگیری داشته است. با کاهش سطح موجودی، از هزینه‌های نگهداری و مصرف انرژی و هزینه کل هم کاسته شده است و از طرفی، سود افزایش یافته و عملکرد اقتصادی را بهبود بخشیده است. عملکرد اجتماعی، به‌دلیل کاهش سطح موجودی و تنظیم‌نبودن سطح موجودی انبار و کاهش تولید خودرو که به نارضایتی مشتریان منجر می‌شود، روند نزولی داشته است. همچنین، عملکرد زیست‌محیطی به‌صورت جزئی افزایش یافته است. در نهایت، می‌توان گفت که رفتار سیستم، گویای افزایش پایداری در زنجیره تأمین است.



شکل ۹. پایداری و عملکرد اقتصادی در زنجیره تأمین بعد از اجرای سناریو بهبود در اجرای JIT

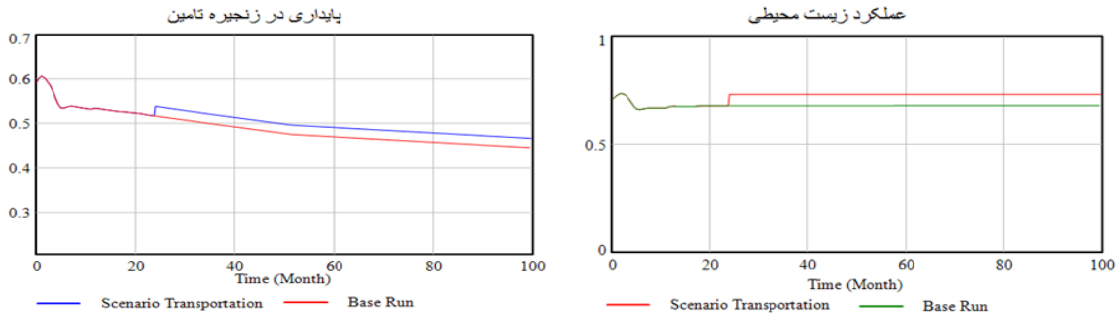
1. Alharbi, Al matari, & zein yusoff
2. Shafiq, Lasrado, & Hafeez

www.SID.ir

Archive of SID

سناریو سوم: بهبود در حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر

یکی دیگر از شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج که بر پایداری در زنجیره تأمین تأثیرگذار است، شیوه حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر است. با افزایش ۲۰درصدی در حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، تحویل به‌موقع ۲۵درصد و پاسخ‌گویی تأمین‌کننده ۲۰درصد افزایش داشته است. همچنین، ظرفیت تحویل سفارش‌ها به ساپکو، رشد شایان توجهی یافته است. توانایی تغییر زمان‌های تحویل سفارش تأمین‌کننده و انعطاف‌پذیری تأمین‌کننده هم، تحت تأثیر این سناریو قرار گرفته و روند افزایشی جزئی داشته است و به‌طور کلی، عملکرد زیست‌محیطی را بهبود داده است. به‌دلیل بهره‌ور نبودن زنجیره تأمین و کاهشی‌بودن سودآوری زنجیره تأمین و نارضایتی مشتریان، افزایش در حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر بر عملکرد اقتصادی و اجتماعی بی‌تأثیر بوده است. در نهایت، بهبود این شیوه در زنجیره تأمین، به پایدارتر شدن زنجیره تأمین منجر می‌شود.



شکل ۱۰. پایداری و عملکرد زیست‌محیطی در زنجیره تأمین بعد از اجرای سناریو بهبود حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش آگاهی مشتریان و فشارهای زیست‌محیطی از سوی ذی‌نفعان مختلف و بازارها، بخش‌های تولیدی بر اهمیت پایداری در زنجیره‌های تأمین تأکید می‌کنند (اورجی و لیو، ۲۰۱۸). سازمان‌ها می‌کوشند با به‌کارگیری استراتژی‌های مختلف تولیدی مانند استراتژی‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز، پایداری خود را برای حفظ موقعیت افزایش دهند (لوتارا، گرگ و هلیم[1]، ۲۰۱۶). بنابراین، موضوع پایداری در زنجیره تأمین، به یکی از مسائل مهم در محیط کسب‌وکار امروزی تبدیل شده است و در افزایش توان رقابتی نقش بسیار مهمی دارد. در این مقاله، به‌منظور درک پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج بر عملکرد پایدار در طول زمان، زنجیره تأمین خودروسازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم، شبیه‌سازی شده است. این پژوهش به ادبیات مربوط به شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و اتخاذ استراتژی‌هایی برای دستیابی به پایداری در زنجیره تأمین کمک شایانی کرده است. در این پژوهش شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج و معیارهای پایداری مرتبط با زنجیره تأمین صنعت خودروسازی در ایران، از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان شناسایی و از طریق به‌کارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، اولویت‌بندی شدند. بدین ترتیب، رویکرد یکپارچه‌ای در قالب زنجیره تأمین لارج به‌دست آمد. در ادامه، بر اساس گام‌های رویکرد پویایی سیستم، پس از تعیین

1. Luthra, Garg, & Haleem

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه‌های پویا، روابط علت و معلولی بین شیوه‌های لارج و معیارهای پایداری تعیین و نمودار حالت ـ جریان ترسیم شد. پس از ارائه مدل، اعتبارسنجی انجام گرفت و در نهایت، سه سناریوی بهبود مدیریت کیفیت جامع، تولید به‌موقع و حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، به‌منظور ارتقای رفتار مدل تبیین شد. پس از اعمال سناریوها، تأثیر این شیوه‌ها بر پایداری زنجیره تأمین بررسی شد. نتایج به‌دست‌آمده از اجرای این سناریوها، گویای بهبود پایداری در زنجیره تأمین است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بهبود اجرای مدیریت کیفیت جامع، تولید به‌موقع و حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر شیوه‌های مناسبی برای پایدارتر شدن زنجیره تأمین هستند. عباس (۲۰۱۹) هدف مدیریت کیفیت جامع را دستیابی به بهبود مستمر می‌داند و معتقد است که این خصوصیت، به‌شدت با پایداری ارتباط دارد. نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد که اجرای مؤثر مدیریت کیفیت جامع، به افزایش پایداری منجر می‌شود. یافته‌های رستا، دوتی، گایاردلی و بوفلی[1] (۲۰۱۶) نیز نشان می‌دهد که شیوه تولید به‌موقع و مدیریت کیفیت جامع، بر سه بُعد پایداری تأثیر می‌گذارد. اجرای تولید به‌موقع، سطح موجودی را کاهش و مصرف سوخت را به‌دلیل تعداد بیشتر تحویل‌ها، افزایش می‌دهد (گویندان و همکاران، ۲۰۱۳)، هزینه‌های نگهداری را کاهش می‌دهد و به پایداری اقتصادی کمک می‌کند (گویندان و همکاران ۲۰۱۴). یافته‌های گارزا ریز، کومار، چایکیتی اسلیپ و هوا[2] (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که اجرای تولید به‌موقع، به بهبود عملکرد زیست‌محیطی منجر می‌شود. کلاسن[3] (۲۰۰۰) بیان می‌کند که اجرای تولید به‌موقع، گام بسیار مهمی در مسیر شیوه‌های تولید پایدار است. پاگل و وو[4] (۲۰۰۹) بیان می‌کنند که تولید به‌موقع، بر پایداری در زنجیره تأمین تأثیرگذار است. یافته‌های این پژوهشگران با نتایج پژوهش حاضر هم‌راستاست. گویندان و همکارانش (۲۰۱۴) معتقدند که حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر بر عملکرد زیست‌محیطی تأثیر مثبتی دارد؛ ولی بر عملکرد اجتماعی تأثیری نمی‌گذارد که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. نتایج کاروالهو و همکارانش (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، انعطاف‌پذیری بیشتری را به دنبال دارد. به گفته گویندان و همکارانش (۲۰۱۳)، تولید به‌موقع و حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، از شیوه‌های بسیار مهم برای زنجیره تأمین خودروسازی است. بر اساس نتایج آنها، در بین استراتژی‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز (لارج)، استراتژی بسیار مهم برای دستیابی به پایداری در زنجیره تأمین، استراتژی ناب است. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که شیوه‌های ناب، عملکرد مالی و اجتماعی و زیست‌محیطی را بهبود می‌بخشد (ایرانمنش و همکاران[5]، ۲۰۱۹). بسریز و کرمیداس[6] (۲۰۱۴) نشان دادند که اجرای ناب، بهره‌وری و پایداری را بهبود می‌دهد. به اعتقاد بنیتز و همکارانش (۲۰۱۹)، برای اجرای ناب در زنجیره تأمین، باید بهترین تلاش‌ها انجام شود. تحلیل سناریوها نشان می‌دهد که شیوه تولید به‌موقع (ناب) بر پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی؛ شیوه مدیریت کیفیت جامع (ناب) بر پایداری اجتماعی و زیست‌محیطی و شیوه حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر (تاب‌آور) بر پایداری زیست‌محیطی تأثیرگذار است و بر عملکرد اقتصادی و اجتماعی تأثیری نمی‌گذارد. شیوه‌های کاهش زمان تأخیر و توانایی تغییر زمان‌های تحویل سفارش تأمین‌کنندگان، بر پایداری تأثیری نداشته‌اند. بنابراین، مدیران و تصمیم‌گیران می‌توانند با اتخاذ تدابیری، سطح اجرایی مدیریت کیفیت جامع و تولید به‌موقع را ارتقا دهند تا پایداری در زنجیره تأمین افزایش یابد.

1. Resta, Dotti, Gaiardelli, & Boffelli
2. Garza-reyes, Kumar, Chaikittisilp, & Hua
3. Klassen
4. Pagell, & Wu
5. Iranmanesh and et al.
6. Besseris, & Kremmydas

www.SID.ir

Archive of SID

پیشنهادها

در این پژوهش، از ۸ شیوه مدیریت زنجیره تأمین لارج و ۱۶ معیار پایداری مرتبط با زنجیره تأمین صنعت خودروسازی استفاده شده است. پژوهشگران آتی می‌توانند معیارهای پایداری و شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج را بسط دهند و در پژوهش‌های خود، از سایر معیارها و شیوه‌ها استفاده کنند. این پژوهش بر صنعت خودروسازی متمرکز بوده است و تعمیم نتایج آن به سایر صنایع امکان‌پذیر نیست، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌هایی در این زمینه برای سایر صنایع تولیدی انجام دهند. در مدل طراحی شده در این پژوهش، تأمین‌کننده قطعه در یک سطح در نظر گرفته شده است، پیشنهاد می‌شود که تأمین‌کنندگانی از زمان تأمین مواد اولیه (مبدأ) به مدل اضافه شود. همچنین پژوهشگران می‌توانند بخش توزیع خودرو را در مدل در نظر بگیرند.

منابع

اکبرزاده، زین العابدین؛ صفایی قادیکلایی، عبدالحمید؛ مدهوشی، مهرداد؛ آقاجانی، حسنعلی (۱۳۹۶). مطالعه اقدامات زنجیره تأمین لارج در صنایع لبنی. *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت صنعتی*. بابلسر.

انوری، علیرضا (۱۳۹۵). طراحی و رتبه‌بندی پارادایم‌های لارجس در مدیریت زنجیره تأمین رقابتی. *فصلنامه مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی*، ۱۱ (۳۸)، ۶۹- ۷۶.

امیری، مقصود؛ حسینی دهشیری، سید جلال‌الدین؛ یوسفی هنومرور، احمد (۱۳۹۷). تعیین ترکیب بهینه استراتژی زنجیره تأمین لارج با بهره‌گیری از تحلیل SWOT، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تئوری بازی. *مدیریت صنعتی*، ۱۰(۲)،۲۲۱-۲۴۶.

جعفرنژاد، احمد؛ صفری، حسین؛ محسنی، مریم (۱۳۹۴). تحلیل روابط میان اقدامات پارادایم‌های مدیریت زنجیره تأمین و معیارهای عملکردی با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری. *چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، ۱۸(۲)، ۹-۳۱.

زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰). کاربرد فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. *هنرهای زیبا*، ۱۴(۱۰)، ۱۳-۲۱.

صفایی قادیکلایی، عبدالحمید؛ غلامرضاتبار دیو کلائی، زهرا (۱۳۹۳). تبیین چارچوبی برای ارزیابی پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی (مورد مطالعه: شرکت‌های منتخب تولیدی فرآوردهای گوشتی استان مازندران). *مدیریت صنعتی*، ۶ (۳)، ۵۳۵-۵۵۴.

فرهادی، فرهاد؛ تقی‌زاده یزدی، محمدرضا؛ مؤمنی، منصور؛ سجادی، سید مجتبی (۱۳۹۷). ارائه مدل چابکی زنجیره تأمین پایدار در صنعت آجر استان اصفهان. *مدیریت صنعتی*، ۱۰ (۳)، ۳۳۵-۳۵۲.

قاسمیه، رحیم؛ جمالی، غلامرضا؛ کریمی اصل، الهام (۱۳۹۴). تحلیل ابعاد رویکرد مدیریت زنجیره تأمین لارج در صنعت سیمان از طریق تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. *مدیریت صنعتی*، ۷ (۴)، ۸۱۳- ۸۳۶.

قاضی‌زاده، مصطفی؛ صفری، سعید؛ نوروززاده، فاطمه؛ حیدری، قاسم (۱۳۹۴). یکپارچه‌سازی رویکردهای مدیریت زنجیره تأمین در قالب زنجیره تأمین لارج با استفاده تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در شرکت سایپا. *پژوهشنامه مدیریت اجرایی*، ۷ (۱۴)، ۱۱۳- ۱۳۴.

www.SID.ir

Archive of SID

محمدنژاد چاری، فاطمه؛ صفایی قادیکلایی، عبدالحمید (۱۳۹۵). شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین لارج (مطالعه موردی: صنایع غذایی و لبنی کاله). *مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، ۱۳(۴)، ۱۰۳- ۱۲۰.

References

Abbas, J. (2019). Impact of total quality management on corporate sustainability through the mediating effect of knowledge management. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118806.

Akbarzadeh, Z., Safaei Qadiklaei, A., Madhushi, M., & Aghajani, H. (2017). Study of Large Supply Chain Measures in the Dairy Industry. *Second International Conference on Industrial Management*. Babolsar. (*in Persian*)

Alharbi, K., Al Matari, E. M., & Zein Yusoff, R. (2016). The Impact of Total Quality Management(TQM) on Organizational Sustainability: The Case of the Hotel Industry in Saudi Arabia. *The Social Sciences,* 11(14), 3468-3473.

Alfalla-Luque, R., Machuca, J. A. D., & Marin-Garcia, J. A. (2018). Triple-A and competitive advantage in supply chains: Empirical research in developed countries. *International Journal of Production Economics,* 203, 48–61.

Amiri, M., Hosseini Dehshiri, S.J., Yousefi Hanoomarvar, A. (2018). Determining the Optimal Combination of Larg Supply Chain Strategies Using SWOT Analysis, Multi-criteria Decision-making Techniques and Game Theory. *Industrial Management Journal,* 10(2), 221-246. (*in Persian*)

Anwari, A. (2016). Design and ranking of LARGS paradigms in competitive supply chain management. *Journal of Industrial Management,* 11(38), 69- 76. (*in Persian*)

Azevedo, S. G., Carvalho, H. and Cruz-Machado, V. (2011). The Influence of LARG Supply Chain Management Practices on Manufacturing Supply Chain Performance. *Conference: International Conference on Economics,* Business and Marketing Management – CEBMM, Shangai, China, March 1–6.

Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2016). LARG index: A benchmarking tool for improving the leanness, agility, resilience and greenness of the automotive supply chain. *Benchmarking,* 23(6), 1472–1499.

Azevedo, S. G., Carvalho, H., Duarte, S., & Cruz-Machado, V. (2012). Influence of green and lean upstream supply chain management practices on business sustainability. *IEEE Transactions on Engineering Management,* 59(4), 753–765.

Azevedo, S. G., Govindan, K., Carvalho, H., & Cruz-machado, V. (2012). An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. *Resources, Conservation & Recycling,* 66, 85–94.

Azevedo, S. G., Govindan, K., Carvalho, H., & Cruz-machado, V. (2013). Ecosilient Index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain. *Journal of Cleaner Production,* 56, 131–146.

Besseris, G.J., & Kremmydas, A.T. (2014). Concurrent multi-response optimization of

www.SID.ir

Archive of SID

austenitic stainless steel surface roughness driven by embedded lean and green indicators. *Journal of Cleaner Production.* Available in: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.074

Boukherroub, T., Ruiz, A., Guinet, A., & Fondrevelle, J. (2015). An integrated approach for sustainable supply chain planning. *Computers & Operations Research*, 54, 180–194. https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.09.002.

Bourlakis, M., Maglaras, G., Gallear, D., & Fotopoulos, C. (2014). Examining sustainability performance in the supply chain: The case of the Greek dairy sector. *Industrial Marketing Management,* 43(1), 56–66.

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.

Caiado, R. G. G., Quelhas, O. L. G., Nascimento, D. L. M., Anholon, R., & Leal Filho, W. (2018). Measurement of sustainability performance in Brazilian organizations. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 25(4), 312–326.

Caldera, H. T. S., Desha, C., & Dawes, L. (2017). Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production,* 167, 1546-1565.

Carvalho, H., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2012). Agile and resilient approaches to supply chain management: Influence on performance and competitiveness. *Logistics Research,* 4(1–2), 49–62.

Carvalho, H., Azevedo, S. G., & Machado, V. C. (2013). An innovative agile and resilient index for the automotive supply chain. *International Journal of Agile Systems and Management,* 6(3), 259.

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

Ciccullo, F., Pero, M., Caridi, M., Gosling, J., & Purvis, L. (2017). Integrating the environmental and social sustainability pillars into the lean and agile supply chain management paradigms: A literature review and future research directions. *Journal of Cleaner Production,* 172, 2336-2350.

Das, K. (2018). Integrating lean systems in the design of a sustainable supply chain model. *International Journal of Production Economics,* 198, 177-190.

Do Rosário Cabrita, M., Duarte, S., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2016). Integration of Lean, Agile, Resilient and Green Paradigms in a Business Model Perspective: Theoretical Foundations. *IFAC-PapersOnLine,* 49(12), 1306-1311.

Duarte, S., & Machado, V. C. (2011). Manufacturing paradigms in supply chain management. *International Journal of Management Science and Engineering Management,* 6(5), 328–342.

Espadinha-Cruz, P., & Cabral, I. (2012). Information Model for LARGeSCM Interoperable Practices. *34 th International Conference on information technology interfaces,* 23–28. Zagreb: University Computing Centre - SRCE.

www.SID.ir

Archive of SID

Fang, C., & Zhang, J. (2018). Performance of green supply chain management: A systematic review and meta analysis. *Journal of Cleaner Production,* 183, 1064–1081.

Farhadi, F., Taghizadeh Yazdi, M.R., Momeni, M., & Sajadi, S.M. (2018). Providing Sustainable Supply Chain Agility Model in the Brick Industry of Isfahan province. Industrial Management Journal, 10(3), 335-352. (*in Persian*)

Flumerfelt, S., Siriban Manalang, A.B., & Kahlen, F. (2012). Are agile and lean manufacturing systems employing sustainability, complexity and organizational learning? *The Learning Organization,* 19(3), 238–247.

Foo, P.Y., Lee, V. H., Tan, G. W. H., & Ooi, K. B. (2018). A gateway to realising sustainability performance via green supply chain management practices: A PLS–ANN approach. *Expert Systems with Applications,* 107, 1–14.

Geng, R., Mansouri, S. A., & Aktas, E. (2016). The relationship between green supply chain management and performance: A meta-analysis of empirical evidences in Asian emerging economies. *International Journal of Production Economics,* 183(A), 245-258.

Gary, L., Amos, N. H. C., & Tehseen, A. (2018). Towards strategic development of maintenance and its effects on production performance by using system dynamics in the automotive industry. *International Journal of Production Economics,* 200, 151–169.

Garza-reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Hua, K. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics,* 200, 170–180. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030

Ghasemiyeh, R., Jamali, G., & Karimi Asl, E. (2016). Analysis of LARG Supply Chain Management Dimensions in Cement Industry (An Integrated Multi-Criteria Decision Making Approach). *Journal of Industrial Management,* 7 (4), 813-836. (*in Persian*)

Ghazizadeh, M., Safari, S., Norouzzadeh, F., & Heydari, G. (2015). Integration of supply chain management approaches in the form of LARG supply chain using Multi Attribute Decision Making Techniques in Saipa company. *Journal of Executive Management,* 7(14), 113-134. (*in Persian*)

Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production,* 47, 345–354.

Govindan, K., Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2014). Impact of supply chain management practices on sustainability. *Journal of Cleaner Production,* 85, 212–225.

Govindan, K., Khodaverdi, R., & Vafadarnikjoo, A. (2015). Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications,* 42(20), 7207–7220.

Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. *Journal of Cleaner Production,* 208, 99–116.

Iranmanesh, M., Zailani, S., Hyun, S., Ali, M., & Kim, K. (2019). Impact of Lean Manufacturing Practices on Firms' Sustainable Performance: Lean Culture as a Moderator. *Sustainability,* 11(4), 1-20.

www.SID.ir

Archive of SID

Jakhar, S. K., Rathore, H., & Mangla, S. K. (2018). Is lean synergistic with sustainable supply chain? An empirical investigation from emerging economy. *Resources, Conservation and Recycling,* 139 (August), 262–269.

Jafarnejad, A., Safari, H., & Mohsseni, M. (2015). Analysis of Relationship Between Measures of Supply Chain Management Paradigms and Functional Criteria with Structural Interpretative Modeling Approach. *Journal of Industrial Management Perspective,* 18 (2), 9-31. (*in Persian*)

Kafa, N., Hani, Y., & El Mhamedi, A. (2013). S*ustainability performance measurement for green supply chain management.* IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) (Vol. 6). IFAC.

Klassen, R.D. (2000). Just-in-Time manufacturing and pollution prevention generatemutual benefits in the furniture Industry. *Interfaces,* 30 (3), 95e106.

Küçükbay, F., & Sürücü, E. (2019). Corporate sustainability performance measurement based on a new multicriteria sorting method. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management,* (October 2017), 1–17.

Labuschagne, C., Brent, A. C., & Van Erck, R. P. G. (2005). Assessing the sustainability performances of industries. *Journal of Cleaner Production,* 13(4), 373–385.

Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2016). The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: an empirical investigation of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production,* 121, 142–158.

Maleki, M. & Cruz-Machado, V. (2013). Supply chain performance monitoring using Bayesian network. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 5 (2), 177-197.

Mathivathanan, D., Kannan, D., & Haq, A. N. (2018). Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view. *Resources, Conservation and Recycling,* 128, 284–305.

Mohammad Nejad Chari, F., Safaie ghadikalaii, A. (2016). Identification and ranking of selection criteria for suppliers in the supply chain (Case study: Kaleh Food and Dairy Industry). *The Journal of Operations Research in its Applications,* 13 (4), 120-103. (*in Persian*)

Muduli, K., Govindan, K., Barve, A., & Geng, Y. (2013). Barriers to green supply chain management in Indian mining industries: A graph theoretic approach. *Journal of Cleaner Production,* 47, 335–344.

Orji, I. J., & Liu, S. (2018). A dynamic perspective on the key drivers of innovation-led lean approaches to achieve sustainability in manufacturing supply chain. *International Journal of Production Economics.* Available in: DOI:10.1016/J.IJPE.2018.12.002.

Pagell, M; & Wu, Z. (2009). Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. *Journal of Supply Chain Management,* 45(2), 37–56.

Parveen, C. M., Kumar, A. R. P., & Narasimha Rao, T. V. V. L. (2011). Integration of lean and

www.SID.ir

Archive of SID

green supply chain - Impact on manufacturing firms in improving environmental efficiencies. *Proceedings of the International Conference on Green Technology and Environmental Conservation,* GTEC-2011, 143–147.

Qorri, A., Mujkić, Z., & Kraslawski, A. (2018). A conceptual framework for measuring sustainability performance of supply chains. *Journal of Cleaner Production,* 189, 570-584.

Rajeev, A., Pati, R. K., Padhi, S. S., & Govindan, K. (2017). Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. *Journal of Cleaner Production,* 162, 299–314.

Rachid, B., Roland, D., Sebastien, D., & Ivana, R. (2017). Risk Management Approach for Lean, Agile, Resilient and Green Supply Chain. *International Journal of Economics and Management Engineering,* 11(4), 749–757.

Ruiz-Benitez, R., López, C., & Real, J. C. (2019). Achieving sustainability through the lean and resilient management of the supply chain. I*nternational Journal of Physical Distribution & Logistics Management,* 49(2), 122–155.

Resta, B., Dotti, S., Gaiardelli, P., & Boffelli, A. (2016). Lean Manufacturing and Sustainability: An Integrated View. *Advances in Production Management Systems. Initiatives for a Sustainable World,* 659–666.

Ruiz-Benítez, R., López, C., & Real, J. C. (2018). The lean and resilient management of the supply chain and its impact on performance. *International Journal of Production Economics,* 203, 190–202.

Safaei Ghadikilai, A., GholamReza Tababar Div Kalayi, Z. (2014). Definition of a framework for assessing the sustainability of food supply chain using the Fuzzy Network Analysis Process (Case study: Selected companies producing meat products in Mazandaran province). *Industrial Management Journal,* 6(3), 535-554. (*in Persian*)

Shafiq, M., Lasrado, F., & Hafeez, K. (2017). *Total Quality Management & Business Excellence The effect of TQM on organisational performance: empirical evidence from the textile sector of a developing country using SEM.* 3363 (February). https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1283211.

Thanki, S., & Thakkar, J. (2018). A quantitative framework for lean and green assessment of supply chain performance. I*nternational Journal of Productivity and Performance Management*, 67(2), 366–400.

Vanalle, R. M., Ganga, G. M. D., Godinho Filho, M., & Lucato, W. C. (2017). Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain. *Journal of Cleaner Production,* 151, 250–259.

Wu, C-R., & Chang, C-W., & Lin, H-L. (2008). A Fuzzy ANP based Approach to Evaluate Medical Organizational Performance. *Information and Management Sciences*, 19(1), 53-74.

Zebardst, E. (2001). Application of Hierarchical Analysis Process in urban and regional Planning. *Fine Arts,* 14 (10), 13-21. (*in Persian*)

www.SID.ir