



## ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری برای سناریوسازی در زنجیره تامین لارج

مهدی ایزدیار

دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

عباس طلوعی اشلقی (مسئول مکاتبات)

استاد گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Tooioee@gmail.com

زهرا مهری

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۱۲

### چکیده

موضوع پایداری در زنجیره تامین به یکی از مسائل مهم در محیط کسب و کار امروزی تبدیل شده است و نقش بسیار مهمی در افزایش توان رقابتی دارد. یکی از اهداف استراتژیک کسب و کار، بهبود پایداری در زنجیره‌های تامین می‌باشد. بنابراین ضروری است عملکرد پایداری استراتژی‌های جدید مدیریتی به‌کار گرفته شده را در زنجیره تامین مورد ارزیابی قرار دهند. هدف این مقاله، ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های زنجیره تامین لارج در زنجیره تامین خودرو سازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم می‌باشد. ابتدا با مرور ادبیات، شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج شناسایی شده و از روش تلفیقی دلفی فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی برای اولویت‌بندی استفاده شده است و رویکرد یکپارچه از شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج ارائه گردید و در نهایت از رویکرد پویایی سیستم برای ارزیابی پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج و تاثیرشان بر عملکرد پایدار در زنجیره تامین استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سناریوهای بهبود در حذف ضایعات و بهبود در اجرای مدیریت کیفیت جامع موجب پایداری شدن زنجیره تامین می‌گردد. نتایج بدست آمده از اجرای این سناریوها نشان از بهبود پایداری در زنجیره تامین می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که استراتژیهای ناب و تاب‌آور، استراتژیهای بسیار مهمی در دستیابی به پایداری در زنجیره تامین می‌باشند. مدل ارائه شده به مدیران صنعت و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند که نتایج بدست آمده از اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج را شناسایی کنند و با اتخاذ تدابیری شیوه‌های موثر بر پایداری در زنجیره تامین را بهبود دهند.

واژه های کلیدی: پایداری، مدیریت زنجیره تامین لارج، پویایی سیستم، دلفی فازی، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

## مقدمه

مختلف مدیریت زنجیره تامین<sup>۶</sup>، پارادایم‌های ناب<sup>۷</sup>، چابک<sup>۸</sup>، تاب‌آور<sup>۹</sup> و سبز<sup>۱۰</sup> پایداری در زنجیره تامین را تضمین می‌کند (Azevedo et al., 2016, 1473). ترکیب همزمان پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز در مدیریت زنجیره تامین کمک می‌کند تا زنجیره تامین کارآمدتر، موثرتر و پایدارتر شود (Carvalho et al., 2012). پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز برای بهبود عملکرد زنجیره تامین مورد پذیرش قرار گرفته‌اند. بنابراین با توجه به وجود چنین ادبیاتی در حوزه زنجیره تامین، در این مقاله تلاش می‌شود که ابتدا پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز را یکپارچه کرد. با کنار هم گذاشتن پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز می‌توان به مدلی رسید که از هم‌افزایی<sup>۱۱</sup> آنها بهره برد و با هم‌پوشانی‌هایی<sup>۱۲</sup> که در حوزه‌های مختلف اتفاق می‌افتد نقاط ضعفشان را مرتفع کرد و سپس عملکرد پایداری را برای شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج ارزیابی کرد. ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج به شدت پیچیده و چالش برانگیز است. هدف این مقاله ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج<sup>۱۳</sup> در صنعت خودروسازی با استفاده از رویکرد پویایی سیستم می‌باشد. یکی از رویکردهای متداول شبیه‌سازی، استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم است. بدین منظور مراحل این پژوهش بر مبنای گام‌های روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها تنظیم شده است. روش پویایی-شناسی سیستم‌ها کمک می‌کند تا بتوانیم نسبت به سیستم دید کلی داشته باشیم و بهم پیوستگی بین کارکردها یا چرخه‌های مختلف در یک زنجیره تامین را به عنوان یک سیستم شناسایی کنیم (تاویل ۱۹۹۶). توانایی فهم کل سیستم به همراه تحلیل تعامل میان اجزای متنوع یک سیستم یکپارچه و در نهایت پسخوراند، بدون شکستن سیستم و اجزای آن، پویایی‌شناسی سیستم‌ها راه یک روش‌شناسی ایده‌آل برای مدل‌سازی شبکه‌های زنجیره تامین تبدیل کرده است (علی محقر و همکاران، ۱۳۹۵) صنعت خودرو یکی از صنایع قدیمی است که سهم زیادی از تولید ناخالص ملی

در محیط کسب و کار امروز، پایداری زنجیره تامین نقش مهمی در بهبود عملکرد سازمانی و افزایش مزیت رقابتی ایفا می‌کند. به طور خاص، بخش تولیدی به سرعت در حال رشد است و تحت فشار مصرف کنندگان و دولت برای دستیابی به پایداری<sup>۱</sup> در زنجیره تامین خود می‌باشد (Orji & Liu, 2018, 2). پایداری توازن بین اهداف اقتصادی<sup>۲</sup>، اجتماعی<sup>۳</sup> و زیست‌محیطی<sup>۴</sup> می‌باشد (Mathivathanan et al., 2018, 284). پذیرش اصول پایداری منافی فراتر از حوزه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی به وجود می‌آورد و همچنین موجب بهبود ارزش اقتصادی سازمان می‌شود (Caiado et al., 2018, 312). بسیاری از شرکتهای جهانی شروع به ترکیب اصول پایداری (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) در زنجیره‌های تامین‌شان کرده‌اند (Rajeev et al., 2017, 300). پایداری کسب و کار، پذیرش فعالیت‌ها و استراتژی‌های کسب و کار می‌باشد که نیازهای شرکت‌ها و ذینفعان را برآورده می‌کند و منابع انسانی و طبیعی که در آینده مورد نیاز است را حفظ کرده و پایدار و تقویت می‌نماید (Labuschagne et al., 2005, 373). پایداری به دنبال استفاده از بهترین شیوه‌های کسب و کار برای رفع و توازن بین نیازهای ذینفعان فعلی و ذینفعان آتی است (Küçükbay & Sürücü, 2019, 1). بنابراین باید استراتژی‌های جدید کسب و کار را برای تامین نیازهای شرکت به کار برد (Azevedo et al., 2016, 1473) و ضروریست که شیوه‌های مدیریتی را اجرا کرد که علاوه بر ارتقای شرکت و همچنین عملکرد کلی زنجیره تامین بر نگرانی‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست-محیطی متمرکز باشد (Govindan et al., 2014, 212). (Kannan Govindan, Azevedo, Carvalho, & Cruz, 2014, 212). موضوع بسیار مهم که باید به آن توجه کرد این است که چه عوامل یا به کارگیری چه شیوه‌هایی باعث توانمندسازی زنجیره تامین<sup>۵</sup> در راستای عملکرد بهتر و پایدارتر شدن زنجیره تامین می‌شود. در میان پارادایم‌های

کشور را به خود اختصاص داده است. در صورتی فعالیت صنعت خودروسازی موفق خواهد بود که به شرکت‌های بزرگ جهانی متصل و تولید خودرو از جهت‌گیری داخلی به سمت بازارهای جهانی تغییر جهت دهد. برای تغییر جهت‌گیری از سوی بازارهای داخلی به بازارهای خارجی، صنعت خودروسازی در ایران باید به سمت پایداری سوق پیدا کند و از طرفی فشار مصرف‌کنندگان، مقررات دولتی و تقاضاهای ذینفعان برای مزیت‌های رقابتی صنعت خودروسازی را وادار می‌کند تا تاثیرات محیطی و اجتماعی را در کنار شرایط اقتصادی در نظر بگیرند. بنابراین نیاز به تحقیق در ایران در صنعت خودروسازی به دلیل جایگاه ویژه این صنعت از لحاظ تولید و ارزش افزوده مستقیم و غیرمستقیم وجود دارد. مدل ارائه شده در این مقاله به مدیران و تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد که نتایج بدست آمده از اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج را ارزیابی و کنترل نمایند و همچنین کمک می‌کند تا حوزه‌های بهبود در زنجیره تامین را شناسایی کنند.

### پیشینه پژوهش

اورجی و لیو<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۸) به بررسی رفتار پویای محرک‌های کلیدی رویکرد ناب مبتنی بر نوآوری برای دستیابی به پایداری پرداخته‌اند. از منطق فازی و تاپسیس فازی برای اولویت‌بندی محرک‌های کلیدی رویکرد ناب استفاده کرده‌اند. سپس مدل سیستم پویا<sup>۱۵</sup> برای بررسی پویایی رویکرد ناب و تاثیرشان بر عملکرد پایدار در مدت زمان طولانی در زنجیره تامین تولیدی ارائه داده‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که رفتار پویای مقررات دولتی و شرایط کار اجباری بر عملکرد پایدار به طور مداوم تاثیر می‌گذارد و دسترسی نقدینگی و دانش بنیادی تاثیر بالایی بر عملکرد پایدار ندارد. گویندان و همکاران (۲۰۱۴) مقاله‌ای تحت عنوان "تاثیر شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین بر پایداری" ارائه کردند. هدف از این مقاله بررسی تاثیر شیوه‌های زنجیره تامین سبز، تاب‌آور و ناب بر پایداری زنجیره تامین است. آنها با یک

رویکرد تحقیقی قیاسی، مدل مفهومی را استخراج کرده‌اند. این تحقیق در زنجیره تامین خودروسازی در کشور پرتغال انجام گرفته است. مدل مفهومی تحقیق که از تحلیل داده‌ها به دست آمده است تاثیر شیوه‌های سبز، ناب و تاب‌آور را بر پایداری ارزیابی می‌کند. شیوه‌هایی که بر پایداری زنجیره تامین تاثیر معناداری دارند عبارتند از: حذف ضایعات، مدیریت ریسک زنجیره تامین و تولید. همچنین شیوه‌های حمل و نقل انعطاف‌پذیر، منبع‌یابی انعطاف‌پذیر، گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۱، لجستیک معکوس بر پایداری زنجیره تامین تاثیر معناداری نداشتند. سنالدین کافا<sup>۱۶</sup> (۲۰۱۳) مدلی تحلیلی برای اندازه‌گیری عملکرد پایداری برای مدیریت زنجیره تامین سبز ارائه کرده است. هدف از ارائه مدل تحلیلی بررسی تاثیر شیوه‌های سبز بر عملکرد پایداری در زنجیره تامین بوده است. شیوه‌های انتخابی مدیریت زنجیره تامین سبز شامل خرید سبز، طراحی سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک معکوس بوده است. البته تمرکز اصلی این مقاله، تاکید بر موضوعات زیست‌محیطی می‌باشد. آنها بیان دارند که این مدل تحلیلی اولین گام به سوی فراهم کردن یک دیدگاه جامع است که روابط بین شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین سبز و عملکرد پایداری را توضیح می‌دهد. صفایی قادیکلایی و غلامرضاتبار (۱۳۹۳) چارچوبی برای ارزیابی پایداری زنجیره تامین مواد غذایی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی ارائه کرده‌اند. برای بومی‌سازی و تایید معیارهای پژوهش از روش دلفی ساعتی استفاده شده است. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که سلامت جسمانی، روانی و اجتماعی کارکنان و گازهای گل‌خانه‌ای مهمترین معیارهای دستیابی به زنجیره تامین پایدار می‌باشد. آنها بیان دارند که از این چارچوب می‌توانند برای ارزیابی بخش‌های مختلف زنجیره تامین مواد غذایی و سنجش میزان پایداری استفاده کنند. توآی چین و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۱۵) مقاله‌ای تحت عنوان "مدیریت زنجیره تامین سبز، همکاری زیست‌محیطی و عملکرد پایداری" ارائه کردند. آنها بیان می‌کنند که تمرکز در این مقاله بر همکاری زیست‌محیطی به عنوان یک قابلیت

در قالب رویکردی یکپارچه از شیوه‌های لارج ارائه گردید. بدین منظور از دیدگاه ۱۱ نفر از خبرگان و مدیران صنعت خودروسازی استفاده شده است. مرحله دوم ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج می‌باشد که به منظور طراحی مدل ارزیابی عملکرد پایداری با استفاده از پویایی سیستم از نظرات خبرگان برای تعیین روابط بین معیارهای پایداری و شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج استفاده شده است. برای جمع‌آوری داده‌های کیفی از پرسشنامه و مصاحبه با خبرگان استفاده شده است. جامعه آماری برای پاسخگویی به پرسشنامه، مدیران و کارشناسان بخش‌های مختلف صنعت خودروسازی می‌باشند. داده‌های پژوهش، داده‌های واقعی مربوط به سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در زنجیره تامین خودروسازی می‌باشد که از طریق نامه‌نگاری با مدیران واحدهای مربوطه استخراج گردید.

### گام‌های مدل‌سازی

ابتدا مساله به صورت دقیق شناسایی و تعریف می‌گردد. با تعریف دقیق مساله می‌توان تبیین کرد که چرا رفتاری خاص از سیستم سر می‌زند. در گام دوم، فرضیه پویا<sup>۱۹</sup> از مسئله ارائه می‌شود و ساختار کلی مدل در قالب نمودار علی و معلولی شکل می‌گیرد و در ادامه نمودار علی و معلولی مبنایی برای ارائه نمودار حالت- جریان می‌باشد. در گام سوم، از طریق جمع‌آوری داده‌ها، روابط ریاضی بین متغیرها و مقادیر اولیه بدست آمده است و از طریق نرم‌افزار ونسیم<sup>۲۰</sup> فرموله می‌گردد. در گام چهارم، آزمون‌های متعددی با هدف ایجاد اطمینان از اعتبار و قابلیت اعتماد مدل صورت می‌پذیرد و در مرحله آخر نیز سناریوهایی برای بهبود عملکرد مدل طراحی و نتایج بدست آمده از اجرای این سناریوها<sup>۲۱</sup> تجزیه و تحلیل شده است.

کلیدی برای تسهیل در فرمول‌بندی استراتژیک مدیریت زنجیره تامین سبز می‌باشد. هدف از این مقاله شامل موارد زیر می‌باشد: (۱) مرور ادبیات موجود در مورد رابطه بین مدیریت زنجیره تامین سبز و همکاری زیست‌محیطی و عملکرد پایداری (۲) پیشنهاد یک مدل مفهومی قابل قبول برای ارتباط بین این سه متغیر (مدیریت زنجیره تامین سبز، همکاری زیست‌محیطی و عملکرد پایداری) در شرکت‌های تولیدی می‌باشد که این نویسندگان از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری پیشرفته استفاده کرده‌اند. یافته‌های پژوهش برای شرکت‌های تولیدی در توسعه همکاری زیست‌محیطی با تامین‌کنندگان به منظور دستیابی به عملکرد پایداری بسیار مهم است. جولیا و ولف<sup>۱۸</sup> (۲۰۱۱) مقاله‌ای تحت عنوان "ادغام مدیریت زنجیره تامین پایداری: تحلیل کیفی صنعتی تولیدی آلمان" ارائه کرده‌اند که یک مدل قابل آزمون و منسجم برای ادغام مدیریت زنجیره تامین پایدار فراهم کرده‌اند. در این مطالعه ۴ شرکت از صنعت تولیدی آلمان مورد پژوهش قرار گرفته‌اند. این پژوهشگران فاکتورهای مهم برای توانا کردن یا مانع شدن از ادغام پایداری را در مدیریت زنجیره تامین پایدار شناسایی کرده‌اند. آنها بیان می‌کنند که سازمان‌ها باید با گروه‌های ذینفع متعدد برای تشخیص تنوع انتظاراتشان و تبدیل به یک استراتژی مناسب به هم نزدیک گردند.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی می‌باشد. این پژوهش در دو مرحله انجام گرفته است. مرحله اول یکپارچه‌سازی پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز می‌باشد که شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج از ادبیات پژوهش استخراج گردیده است و به جهت بومی‌سازی شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج در ایران در صنعت خودروسازی از روش دلفی فازی استفاده شده است و از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی برای اولویت‌بندی شیوه‌ها بهره گرفته شده است. مهمترین شیوه‌ها

## تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

## مرحله اول: یکپارچه‌سازی پارادایم‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز با استفاده از دلفی فازی و فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

برای شناسایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج از روش دلفی فازی بهره گرفته شده است. هدف روش دلفی، دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان به دفعات با توجه به بازخورد حاصل از آنها صورت می‌گیرد. در مطالعه حاضر تلاش شده است تا شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج مستخرج شده از ادبیات موضوع از طریق خرد جمعی گروهی از خبرگان در صنعت خودروسازی بررسی شود. البته این فرایند دارای ابهام زیادی می‌باشد و نمی‌توان این موضوع را از طریق روش‌های قطعی ارزیابی کرد. لذا به منظور رفع موانع مربوط به عدم دقت و صراحت در موضوع مربوطه، نظریه فازی در روش دلفی ادغام می‌شود. در این مطالعه از روش دلفی فازی استفاده گردیده و فرایند اجرای این روش به شرح ذیل می‌باشد: در دور اول روش دلفی فازی، معیارهای استخراج شده از ادبیات پژوهش در قالب پرسشنامه برای خبرگان ارسال گردید و خبرگان هیچ معیاری به پرسشنامه اضافه نکردند که دلیلی بر جامع بودن شیوه‌های شناسایی شده در ادبیات پژوهش است. در دور دوم، جمع‌بندی نظرات خبرگان در دور اول، برای آنها ارسال گردید و مجدداً از آنها خواسته شد تا نظرات خود را نسبت به نتایج بیان کنند. با توجه به اینکه در این دور تفاوت نظرات خبرگان کم‌تر از ۰,۲ است، اجماع گردیده است.

جدول ۱. دلفی فازی

نظرات میانگین نظرات خبرگان	میانگین غیر فازی شده نظرات خبرگان	ارزش زبانی					معیار - ارزش فازی
		بسیار نامناسب	نامناسب	معمول	مناسب	بسیار مناسب	
۰,۲	۸,۴۶	۰	۰	۰	۳	۷	روابط با مشتریان تولید به موقع
۰,۱۹	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	روابط بلندمدت با تامین‌کنندگان مدیریت کیفیت جامع
۰,۲	۸,۴۶	۰	۰	۰	۳	۷	کاهش زمان راه‌اندازی کاهش اندازه انباشته
۰,۲	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	کاهش ضایعات برنامه‌ریزی متناسب، متمرکز و مشترک
۰,۱۸	۴,۰۸	۲	۳	۱	۲	۲	توانایی تغییر زمان‌های تحویل سفارش تامین‌کنندگان
۰,۱۹	۳,۱۸	۲	۴	۲	۱	۱	سرعت در بهبود پاسخگویی به تغییرات نیازهای بازار
۰,۲	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	سرعت در بهبود خدمت به مشتری افزایش فراوانی معرفی محصول جدید
۰,۱۷	۳,۰۸	۳	۵	۰	۱	۱	کاهش زمان چرخه توسعه حمل و نقل انعطاف‌پذیر
۰,۱۹	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	موجودی استراتژیک کاهش زمان تاخیر
۰,۱۸	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	منبع‌یابی انعطاف‌پذیر توسعه قابلیت دید از موجودی پایین‌دستی و شرایط تقاضا
۰,۲	۸,۴۶	۰	۰	۰	۳	۷	استراتژی منبع‌یابی برای تغییر تامین‌کنندگان
۰,۲	۶,۲۱	۱	۲	۱	۲	۴	مدیریت ریسک زنجیره تامین همکاری زیست‌محیطی با تامین‌کنندگان
۰,۲	۵,۴۶	۱	۳	۱	۳	۲	تولید پاک گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۱
۰,۲	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	کاهش مصرف انرژی
۰,۱۹	۸,۹۲	۰	۰	۰	۲	۸	لجستیک معکوس استفاده مجدد و بازیافت مواد و دسته‌بندی بسته‌بندی دوستدار محیط زیست
۰,۱۸	۸,۴۶	۰	۰	۰	۳	۷	کاهش حجم زباله تحقیق و توسعه سبز
۰,۱۸	۳,۶۴	۲	۳	۲	۲	۱	
۰,۱۸	۷,۷۴	۰	۰	۱	۴	۵	
۰,۲	۵,۴۶	۱	۳	۱	۳	۲	

برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارهای مدل از تکنیک تحلیل شبکه‌ای فازی استفاده شده است. مراحل انجام تحلیل به صورت زیر است:

هر معیار، جمع فازی هر سطر محاسبه می‌شود. در گام نهائی فازی‌زدائی مقادیر بدست آمده و محاسبات عدد قطعی صورت گرفته است.

جدول ۳. وزن زیرمعیارها بر اساس بردار ویژه

وزن زیرمعیارها	زیرمعیارهای چابک
۰/۱۶۶۱	کاهش زمان چرخه توسعه
۰/۳۳۶	توانایی تغییر زمانهای تحویل سفارش تامین‌کنندگان
۰/۶۰۶	سرعت در بهبود پاسخگویی به تغییرات نیازهای بازار
۰/۱۳۲	سرعت در بهبود خدمت به مشتری
وزن زیرمعیارها	زیرمعیارهای سبز
۰/۱۹۸	گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۱
۰/۱۹۰	همکاری زیست محیطی با تامین‌کنندگان
۰/۱۷۲	لجستیک معکوس
۰/۱۶۱	استفاده مجدد و بازیافت مواد و دسته‌بندی
۰/۲۲۴	کاهش مصرف انرژی
وزن زیرمعیارها	زیرمعیارهای تاب‌آور
۰/۰۶۸	توسعه قابلیت دید از موجودی پایین‌دستی و شرایط تقاضا
۰/۱۹۸	موجودی استراتژیک
۰/۲۶۵	حمل و نقل انعطاف‌پذیر
۰/۲۰۹	منبع‌یابی انعطاف‌پذیر
۰/۲۸۳	کاهش زمان تاخیر
وزن زیرمعیارها	زیرمعیارهای ناب
۰/۱۸۵	روابط با مشتریان
۰/۳۱۲	تولید به موقع
۰/۲۴۲	روابط بلندمدت با تامین‌کنندگان
۰/۲۹۸	مدیریت کیفیت جامع
۰/۲۶۲	کاهش ضایعات

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده در پارادایم‌های تاب‌آور، ناب، چابک و سبز به ترتیب ۰/۰۱۹، ۰/۰۲۳، ۰/۰۷۶ و ۰/۰۰۸ بدست آمده است که همگی کوچکتر از ۰/۱ می‌باشند. بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد نمود.

### محاسبه سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد

برای تعیین وزن نهائی، خروجی مقایسه معیارهای اصلی براساس هدف و روابط درونی میان معیارها، در یک سوپرماتریس ارائه می‌شود. به این سوپرماتریس، سوپرماتریس اولیه یا ناموزن گفته می‌شود. برای دستیابی به اولویت نهائی باید‌های کلی در یک سیستم با تاثیرات متقابل، بردارهای اولویت‌های داخلی (یعنی همان  $W$ ‌های محاسبه شده) در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه یک سوپر ماتریس (در واقع یک ماتریس تقسیم‌بندی

### اولویت‌بندی معیارهای اصلی بر اساس هدف از طریق مقایسه زوجی

برای انجام تحلیل شبکه‌ای، نخست معیارهای اصلی بر اساس هدف به صورت زوجی مقایسه شده‌اند. مقایسه زوجی بسیار ساده است و تمامی عناصر هر خوشه باید به صورت دو به دو مقایسه شوند. چون ۴ معیار اصلی وجود دارد، ۶ مقایسه زوجی از دیدگاه خبرگان انجام می‌گیرد. در این روش، ابتدا دیدگاه خبرگان با طیف نه درجه‌ای ساعتی گردآوری شده و سپس فازی‌سازی انجام می‌گیرد. برای تجمیع دیدگاه خبرگان در روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی از روش میانگین هندسی استفاده شده است. پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی، جمع فازی هر سطر محاسبه می‌شود. برای نرمال‌سازی ترجیحات هر معیار، باید مجموع مقادیر آن معیار بر مجموع تمامی ترجیحات (عناصر ستون) تقسیم شود. چون مقادیر فازی هستند بنابراین جمع فازی هر سطر در معکوس مجموع ضرب می‌شود. هر یک از مقادیر بدست آمده وزن فازی و نرمال شده مربوط به معیارهای اصلی هستند. در گام نهائی فازی‌زدائی مقادیر بدست آمده و محاسبات عدد قطعی صورت گرفته است. جدول ۲ وزن معیارهای اصلی (پارادایم‌های تاب‌آور، ناب، چابک و سبز) را نشان می‌دهد.

جدول ۲. وزن معیارهای اصلی بر اساس بردار ویژه

وزن پارادایم‌ها	پارادایم‌ها
۰/۵۶۸	تاب‌آور
۰/۴۳۲	ناب
۰/۲۴۶	چابک
۰/۲۳۹	سبز

### اولویت‌بندی هر یک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود از طریق مقایسه زوجی

در گام دوم از تکنیک تحلیل شبکه‌ای فازی، زیرمعیارهای مربوط به هر معیار (شیوه‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز) بصورت زوجی مقایسه شده‌اند. پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی بدست آمده برای زیرمعیارهای مربوط به

۱۳	۰/۰۵۶۵	S13	لجستیک معکوس
۱۵	۰/۰۴۲۳	S14	استفاده مجدد و بازیافت مواد و بسته بندی‌ها
۱۴	۰/۰۵۱۲	S15	همکاری زیست محیطی با تامین کنندگان
۱۱	۰/۰۶۴۶	S21	روابط با مشتریان
۱	۰/۰۸۱۵	S22	تولید به موقع
۱۰	۰/۰۶۷۲	S23	روابط بلندمدت با تامین کننده
۲	۰/۰۷۹۸	S24	مدیریت کیفیت جامع
۶	۰/۷۳۱	S25	حذف ضایعات
۵	۰/۷۴۵	S31	حمل و نقل انعطاف پذیر
۱۲	۰/۰۶۳۲	S32	موجودی استراتژیک
۴	۰/۰۷۵۲	S33	کاهش زمان تاخیر
۸	۰/۰۷۱۴	S34	منع یابی انعطاف پذیر
۱۸	۰/۰۳۵۶	S35	توسعه قابلیت دید از موجودی پایین - دستی و شرایط تقاضا
۳	۰/۰۷۶۸	S41	توانایی تغییر زمان‌های تحویل سفارش تامین کنندگان
۱۶	۰/۰۴۰۱	S42	سرعت در بهبود پاسخگویی به تغییرات نیازهای بازار
۱۹	۰/۰۳۲۳	S43	سرعت در بهبود خدمت به مشتری
۱۷	۰/۰۳۸۸	S44	کاهش زمان چرخه توسعه

در نهایت مهمترین شیوه‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز که رویکردی یکپارچه از مدیریت زنجیره تامین لارج می باشد برای بررسی پویایی شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج و تاثیرشان بر عملکرد پایداری در زنجیره تامین قطعات خودرو انتخاب شدند که در جدول ۵ بیان شده است.

### مرحله دوم: ارائه مدل ارزیابی عملکرد پایداری شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج با استفاده از رویکرد پویایی سیستم

#### فرضیه پویا

کاهش زمان تاخیر یک استراتژی جدید جهانی است که ممکن است موجب افزایش پاسخگویی، رقابت پذیری، بهبود سرعت ارائه خدمات، رضایت مشتری، افزایش فروش و سود می‌شود. کاهش زمان تاخیر یک مزیت رقابتی ایجاد

شده) که هر بخش از این ماتریس ارتباط بین یک دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد، بدست می‌آید (زبردست، ۱۳۸۰). با توجه به روابط شناسائی شده در مطالعه حاضر، سوپر ماتریس اولیه این مطالعه به صورت زیر خواهد بود:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix} \quad (\text{رابطه ۱})$$

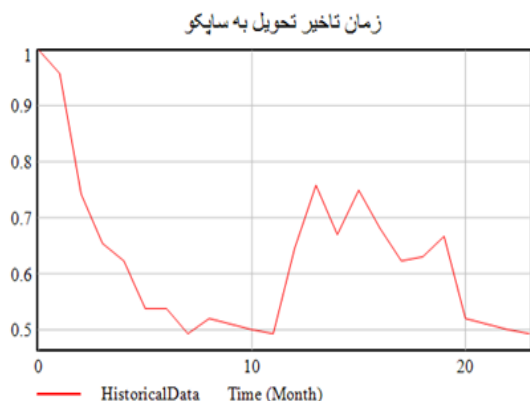
در این سوپر ماتریس بردار  $W_{21}$  اهمیت هریک از معیارهای اصلی را براساس هدف نشان می‌دهد. بردار  $W_{22}$  نشان دهنده مقایسه زوجی روابط درونی بین معیارهای اصلی است. بردار  $W_{32}$  نشان دهنده اهمیت هر یک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود می‌باشد. درایه‌های صفر نیز گویای بی‌تأثیر بودن فاکتورها در محل تلاقی سطر و ستون بر یکدیگر است. بردار  $W_{33}$  نشان دهنده مقایسه زوجی روابط درونی بین زیرمعیارهای است.

با توجه به محاسبات انجام گرفته در گام‌های انجام شده سوپر ماتریس ناموزون (اولیه) بدست آمده است. در مرحله بعد با استفاده از مفهوم نرمال کردن، سوپر ماتریس ناموزون به سوپر ماتریس موزون (نرمال) تبدیل می‌شود. در سوپر ماتریس موزون جمع عناصر تمامی ستون‌ها برابر با یک می‌شود. گام بعدی محاسبه سوپر ماتریس حد می‌باشد. سوپر ماتریس حد با توان رساندن تمامی عناصر سوپر ماتریس موزون بدست می‌آید. این عمل آنقدر تکرار می‌شود تا تمامی عناصر سوپر ماتریس شبیه هم شود.

در این حالت تمامی درایه‌های سوپر ماتریس برابر صفر خواهد بود و تنها درایه‌های مربوط به زیرمعیارها عددی می‌شود که در تمامی سطر مربوط به آن درایه تکرار می‌شود. سوپر ماتریس حد محاسبه شده با نرم افزار سوپردسیژن به صورت زیر است. بنابراین اولویت نهایی زیرمعیارها به صورت جدول ۴ خواهد بود:

جدول ۴. اولویت نهایی شیوه‌های ناب، چابک، تاب‌آور و سبز

رتبه بندی نهایی	وزن نهایی	نماد زیرمعیار	زیرمعیار
۹	۰/۰۷۰۳	S11	گواهینامه ایزو ۱۴۰۰۱
۷	۰/۰۷۲۲	S12	کاهش مصرف انرژی



شکل ۱. زمان تاخیر تحویل به ساپکو

جدول ۵. شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج و معیارهای پایداری

منابع	شیوه های مدیریت زنجیره تامین لارج	ردیف
(Susana Garrido Azevedo, Carvalho, & Cruz-Machado, 2016a), (Hajmohammad, Vachon, Klassen, & Gavronski, 2013), (Lotfi & Saghiri, 2018), (Parveen, Kumar, & Narasimha Rao, 2011), Govindan et al., 2013	تولید به موقع (JIT)	۱
Govindan et al., 2013; Kannan Govindan et al., 2014; Lotfi & Saghiri, 2018; Parveen et al., 2011	مدیریت کیفیت جامع	۲
Azevedo et al., 2016; Carvalho & Cruz-Machado, 2012	توانایی تغییر زمان‌های تحویل تامین کنندگان	۳
Azevedo et al., 2013; Azevedo et al., 2016; Carvalho et al., 2013; Carvalho et al., 2012; Govindan et al., 2014	کاهش زمان تاخیر	۴
Azevedo et al., 2013; Azevedo et al., 2016; Carvalho et al., 2012; Govindan et al., 2013; Govindan et al., 2014	حمل و نقل انعطاف‌پذیر	۵
Govindan et al., 2014	کاهش ضایعات	۶
(Susana Garrido Azevedo et al., 2016a; De et al., 2018; Holt & Ghobadian, 2009)	کاهش مصرف انرژی	۷
Govindan et al., 2014	منبع یابی انعطاف پذیر	۸
Govindan et al., 2014	ایزو ۱۴۰۰۱	۹
	معیار های پایداری	ردیف
(Ahi, Jaber, & Searcy, 2016; Azadi, Jafarian, Farzipoor Saen, & Mirhedayatian, 2015; Fallahpour, Udony Olu, Nurmaya Musa, Yew Wong, & Noori, 2017)	هزینه‌ها	۱
(Ahi & Searcy, 2015)	سود	۲
(Boukherroub, Ruiz, Guinet, & Fondrevelle, 2015; Bourlakis, Maglaras, Gallear, & Fotopoulos, 2014)	پاسخگویی	۳
(Amrina & Yusof, 2011; Azadi et al., 2015; Boukherroub et al., 2015; Bourlakis et al., 2014; Fallahpour et al., 2017)	انعطاف‌پذیری	۴
(Azadi et al., 2015; Boukherroub et al., 2015; Bourlakis et al., 2014; Fallahpour et al., 2017; Izadikhah & Farzipoor Saen, 2016; Kafa, Hani, & El Mhamedi, 2013; Ruiz-Benitez, López, & Real, 2018)	کیفیت	۵
(Amrina & Yusof, 2011; Fallahpour et al., 2017; Izadikhah & Farzipoor Saen, 2016)	تحویل به موقع	۶

می‌کند و در دستیابی به بهینه‌سازی زنجیره تامین داخلی و پایداری بهتر کمک می‌کند. تولید قابل انعطاف مستلزم تحویل سریع قطعات از سوی تامین‌کنندگان می‌باشد. زمان تاخیر کوتاه با موجودی تامین‌کننده مرتبط است. افزایش زمان تاخیر در زنجیره تامین منجر به سطوح بالاتری از موجودی می‌شود و هر اندازه خطوط تامین دورتر باشد این امکان وجود دارد که زمان تاخیر زنجیره افزایش یابد و این امر موجب افزایش موجودی می‌شود. موجودی و کاهش زمان تاخیر برای حفاظت در برابر مقدار تقاضا، زمان تقاضا، زمان تولید و مقادیر تولید استفاده می‌شود. با کاهش زمان تاخیر انتظار می‌رود به دلیل اطلاعات دقیق‌تر تقاضا و نیازمندی به موجودی کمتر، هزینه‌های موجودی کاهش یابد، البته هزینه‌های سفارش‌دهی را افزایش می‌دهد زیرا تامین-کنندگان قیمت‌های بالاتری را برای سفارشات با زمان تاخیر کوتاه‌تر در نظر می‌گیرند.

در نهایت زمان تاخیر کوتاه‌تر، سطح خدمات مشتریان را بهبود می‌بخشد. کاهش زمان تاخیر یک بهبود عملیاتی است که به طور غیر مستقیم بر انتشار کربن بر کل زنجیره تامین تاثیر دارد که با برخی ریسک‌ها و هزینه‌های اضافی مرتبط است. تاخیر علاوه بر اینکه تاثیر منفی بر عملکرد اقتصادی دارد بر عملکرد زیست محیطی هم تاثیرگذار می‌باشد. هر اندازه زمان تاخیر طولانی‌تر باشد موجبات ظهور بحران در شبکه تامین فراهم می‌شود و در نهایت احتمال آسیب‌پذیری زنجیره تامین را در مقابل اختلالات افزایش می‌دهد. روند تغییرات زمان تاخیر تحویل به ساپکو در شکل ۱ نشان داده شده است.

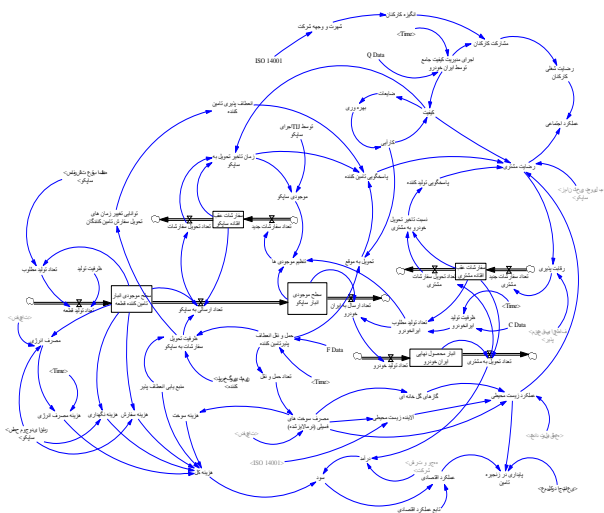


عقب افتاده ساپکو. ب) متغیرهای نرخ: این متغیرها تعیین کننده متغیرهای حالت در سیستم هستند مانند: تعداد تولید قطعه، تعداد ارسالی به ساپکو. ج) متغیرهای کمکی: این متغیرها مقدار آنها از مقدار متغیرها در دوره های زمانی قبل مستقل هستند که در جدول ۵ به معرفی متغیرها پرداخته شده است. شکل ۴ نمودار حالت- جریان مدل را نشان می دهد.

۷	رضایت مشتری	(Ahi et al., 2016; Ahi & Searcy, 2015; Amrina & Yusof, 2011; Ruiz-Benitez et al., 2018)
۸	رقابت پذیری	(Ahi et al., 2016; Erol, Sencer, & Sari, 2011)
۹	رضایت شغلی کارکنان	(Ahi & Searcy, 2015; Amrina & Yusof, 2011; Kafa et al., 2013)
۱۰	مصرف انرژی	(Ahi et al., 2016; Ahi & Searcy, 2015; Erol et al., 2011; Gopal & Thakkar, 2016; K Govindan et al., 2013)
۱۱	مصرف سوخت	(Amrina & Yusof, 2011)
۱۲	درآمد	Experts opinion

### نمودار علی و معلولی

جدول ۵ نشان دهنده متغیرهای استفاده شده در مدل برای زنجیره تامین قطعات خودرو می باشد. برای نشان دادن روابط علی بین متغیرها و ساختار بازخوردی سیستم بهترین ابزار، استفاده از نمودار علی و معلولی می باشد. این نمودار دارای ۳ حلقه بازخورد منفی و ۳ حلقه بازخورد مثبت می باشد. در شکل ۲ در یک نگاه روابط علی و معلولی بین شیوه های مدیریت زنجیره تامین لارج و معیارهای پایداری نشان داده شده است.



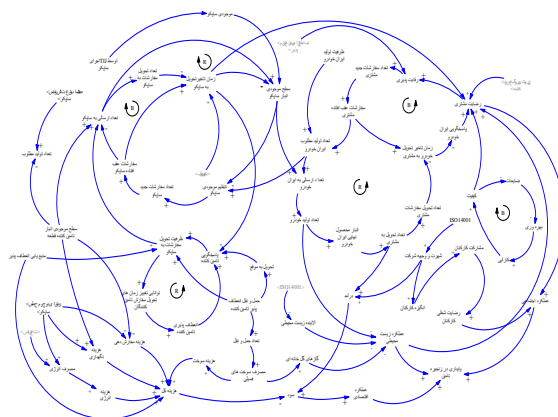
شکل ۳. نمودار حالت- جریان

### اعتبارسنجی مدل

یکی از مراحل بسیار مهم مدل سازی، اعتبارسنجی مدل می باشد. از آنجا که مدل پویایی سیستم معمولا عملیات واقعی سیستم های واقعی را در برخی جنبه ها نشان می دهد اعتبارسنجی مدل برای تایید پذیرش مدل با بررسی نزدیک بودن آن با دنیای واقعی بسیار ضروری و مهم است (Gary et al; 2018). برای اطمینان از اعتبار عملکرد مدل، آزمون های زیر انجام گردید که نتایج آن ها به شرح زیر می باشد:

۱- **آزمون ارزیابی ساختار مدل:** در این پژوهش، با بهره گیری از نظرات کارشناسان و خبرگان در زنجیره تامین خودروسازی، ساختار مدل بررسی گردید و اعتبار ساختاری مدل مورد تایید قرار گرفت.

۲- **آزمون حدی:** در این روش، برخی متغیرهای مدل در معرض تغییرات ناگهانی و شرایط حدی قرار گرفتند و رفتار مدل مورد بررسی قرار می گیرد. به عنوان مثال تعداد

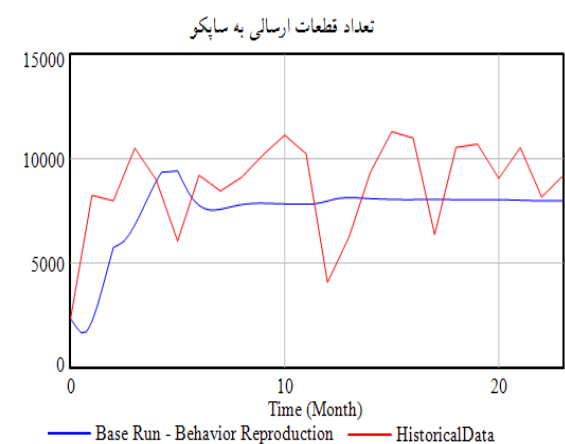
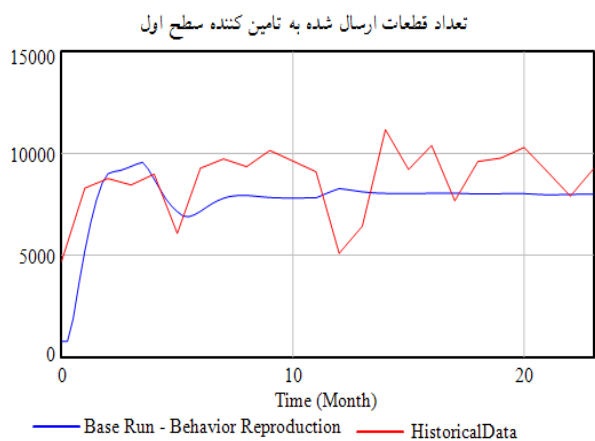


شکل ۲. نمودار علی و معلولی

### نمودار حالت- جریان

این نمودار نحوه تعامل بین متغیرهای یک سیستم را با یکدیگر نشان می دهد. متغیرهای استفاده شده در این مدل به سه گروه الف) متغیرهای حالت: این متغیرها نشان دهنده انباشت در یک دوره زمانی می باشد و در طول زمان توسط متغیر نرخ افزایش یا کاهش می یابد. مانند سطح موجودی انبار تامین کننده، سطح موجودی انبار ساپکو، سفارشات

می‌شود، اطلاعات واقعی و شبیه سازی تعداد ارسالی به تامین کننده سطح اول و تعداد ارسالی به ساپکو در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان داده شده است. این نمودارها رفتار متغیرها را که به خوبی شبیه سازی شده، نشان می‌دهد.



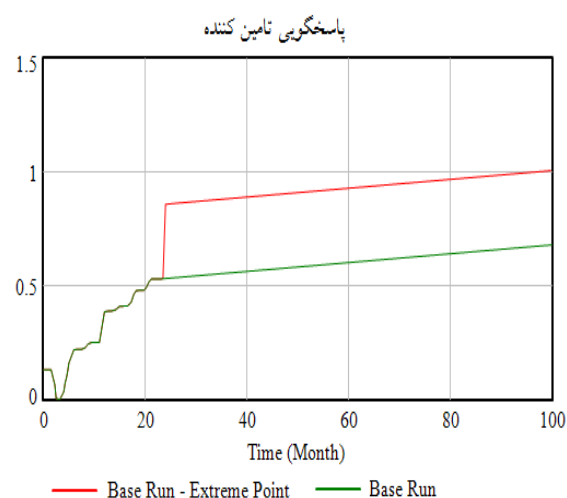
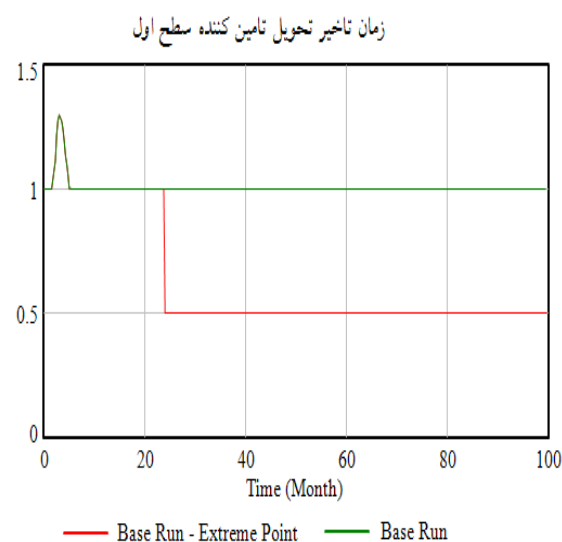
شکل ۵. آزمون بازتولید رفتار مربوط به متغیر تعداد ارسالی به ساپکو و تعداد ارسالی به تامین کننده سطح اول

## سناریوها

### سناریو اول: بهبود در اجرای حذف ضایعات

یکی از شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج که بر پایداری زنجیره تامین تاثیر دارد، شیوه حذف ضایعات می‌باشد. حذف ضایعات یکی از شیوه‌های زنجیره تامین ناب می‌باشد. با اجرای این سناریو، هزینه‌های تولیدی کاهش چشمگیری داشته است. همچنین بهبود در اجرای کاهش ضایعات منجر به افزایش کارایی و بهره‌وری گردیده است. با اجرای این سناریو هزینه‌ها کاهش یافته و به تبع آن با کاهش هزینه عملکرد اقتصادی افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. با افزایش

تحویل سفارشات به تامین کننده در ماه ۲۴، ۵۰ درصد افزایش داده می‌شود. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود با انجام این آزمون، زمان تاخیر تحویل به تامین کننده به شدت کاهش پیدا می‌کند همچنین متغیرهای پاسخگویی تامین کننده و رقابت پذیری افزایش چشمگیری داشته است.

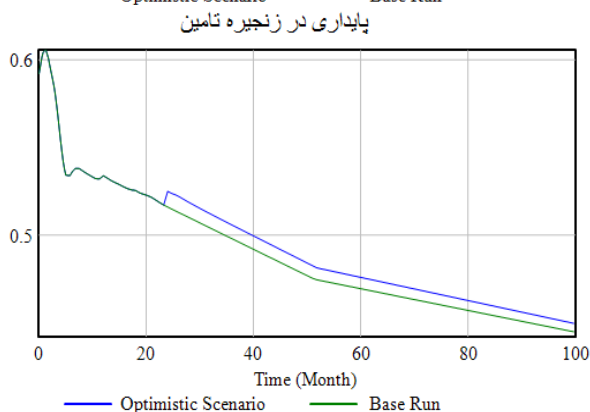
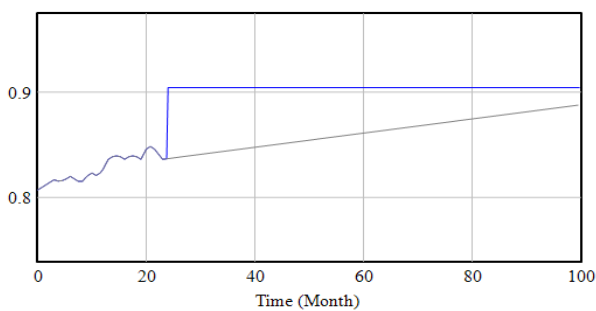


شکل ۴. آزمون حدی مربوط به متغیر پاسخگویی تامین کننده و زمان تاخیر تحویل تامین کننده سطح اول

**۳- آزمون بازتولید رفتار:** هدف از انجام آزمون بازتولید رفتار، مقایسه نتایج شبیه سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است. در این حالت، رفتار شبیه سازی شده برای الگو بازتولید می‌شود تا با داده‌های واقعی مقایسه گردد. همان‌گونه که در شکل ۵ ملاحظه

گردیده است همچنین بهبود در اجرای TQM منجر به افزایش کارایی و بهره‌وری گردیده است. علاوه بر این بر متغیرهای رضایت مشتری و رقابت‌پذیری تاثیر افزایشی داشته و موجب افزایش تعداد سفارشات جدید توسط مشتری گردیده است. با افزایش ۳۰ درصدی در اجرای مدیریت کیفیت جامع، مشخص گردید که عملکرد اجتماعی افزایش قابل قبولی داشته است و بر عملکرد اقتصادی تاثیر نداشته است و عملکرد زیست محیطی را به صورت جزئی بهبود داده است. ولی در کل، پایداری در زنجیره تامین را بهبود بخشیده و زنجیره تامین را پایدارتر کرده است.

رضایت شغلی کارکنان



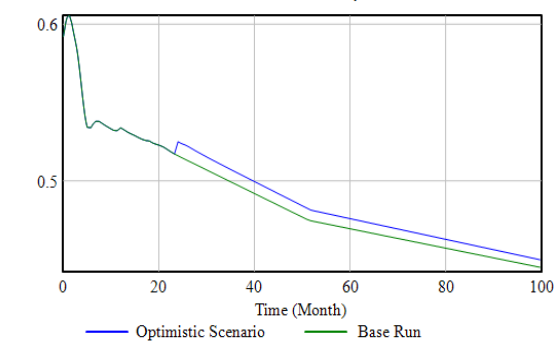
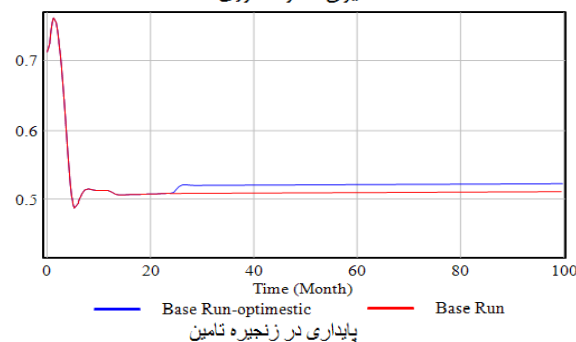
شکل ۷. پایداری و رضایت شغلی کارکنان در زنجیره تامین بعد از اجرای سناریو بهبود در اجرای TQM

### بحث و نتیجه‌گیری

موضوع پایداری در زنجیره تامین به یکی از مسائل مهم در محیط کسب و کار امروزی تبدیل شده است و نقش بسیار مهمی در افزایش توان رقابتی دارد. در این مقاله، زنجیره تامین خودروسازی به منظور درک پویایی شیوه‌های مدیریت

۳۰ درصدی در اجرای کاهش ضایعات، مصرف انرژی و هزینه انرژی کاهش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد و بر عملکرد اقتصادی تاثیر مثبتی داشته است. همچنین با اجرای کاهش ضایعات، مصرف سوخت‌های فسیلی و آلاینده‌های زیست-محیطی کاهش یافته و در نتیجه عملکرد زیست‌محیطی افزایش قابل قبولی داشته است. با کاهش ضایعات؛ بهره‌وری و کارایی افزایش یافته و در ادامه کیفیت و رضایت مشتری را بهبود بخشیده و در نهایت بر عملکرد اجتماعی تاثیر مثبتی دارد. در نتیجه، حذف ضایعات، پایداری در زنجیره تامین را بهبود بخشیده و زنجیره تامین را پایدارتر کرده است. در شکل ۶ میزان صرفه جویی و پایداری در زنجیره تامین نشان داده شده است.

میزان مصرف انرژی



شکل ۶. میزان مصرف انرژی و پایداری در زنجیره تامین بعد از اجرای سناریو بهبود در اجرای حذف ضایعات

### سناریو دوم: بهبود در اجرای مدیریت کیفیت جامع

یکی از شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج که بر پایداری زنجیره تامین تاثیر دارد، شیوه مدیریت کیفیت جامع می‌باشد. با اجرای این سناریو، مشارکت کارکنان افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است و موجب افزایش کیفیت محصول

ضایعات از طریق افزایش کیفیت و رضایت‌مندی مشتری، بر روی عملکرد اجتماعی تاثیر مثبتی دارا می‌باشد و همچنین شیوه حذف ضایعات از طریق کاهش مصرف انرژی و هزینه انرژی بر عملکرد اقتصادی تاثیرگذار است که این نتایج با یافته‌های گویندان و همکاران ۲۰۱۴ همراستا می‌باشد. سلاجقه و همکاران ۲۰۱۳ استدلال می‌کنند که وجود نگرانی‌های کیفی در شرکت‌ها برای تشویق منابع سازمانی به جهت دستیابی به بهره‌وری و کارایی بالاتر یک ضرورت می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اجرای شیوه TQM از طریق افزایش کیفیت محصول، موجب افزایش کارایی و بهره‌وری می‌گردد. ساتیش و همکاران ۲۰۰۸ بیان می‌کنند که سازمانی که شیوه TQM را اجرا می‌نماید سطح رضایت مشتری بالاتری دارد که منجر به بهبود عملکرد مالی می‌گردد. آنها دریافتند که اجرای TQM به طور مستقیم و مثبت بر رضایت مشتری تاثیر دارد که با نتایج این پژوهش همراستا می‌باشد. اجرای موفقیت آمیز TQM موجب بهبود کیفیت محصول می‌گردد که باعث رضایت مشتری از محصول می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که در بین استراتژی‌های مختلف ناب، چابک، تاب‌آور و سبز (لارج)، استراتژی ناب، استراتژی بسیار مهمی در دستیابی به پایداری در زنجیره تامین می‌باشد. بنابراین می‌توان بیان کرد که مدیران و تصمیم‌گیران می‌توانند با اتخاذ تدابیری سطح اجرایی مدیریت کیفیت جامع و حذف ضایعات را ارتقا دهند تا پایداری در زنجیره تامین افزایش یابد.

### پیشنهادات

در این پژوهش ۹ شیوه مدیریت زنجیره تامین لارج و ۱۲ معیار پایداری مرتبط با زنجیره تامین صنعت خودروسازی استفاده شده است. به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌گردد معیارهای پایداری و شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج بسط داده شود و از سایر معیارها و شیوه‌ها در مطالعه‌شان استفاده نمایند. این پژوهش بر صنعت خودروسازی متمرکز بوده است. از این رو نتایج این پژوهش قابل تعمیم به سایر

زنجیره تامین لارج بر عملکرد پایدار در طول زمان با استفاده از رویکرد پویایی سیستم شبیه سازی شده است. این پژوهش به ادبیات مربوطه به شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج و اتخاذ استراتژی‌هایی برای دستیابی به پایداری در زنجیره تامین کمک شایانی کرده است. در این پژوهش شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج و معیارهای پایداری مرتبط با زنجیره تامین صنعت خودروسازی در ایران از طریق دلفی فازی شناسایی شدند و سپس از طریق به کارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین لارج اولویت‌بندی شدند و رویکردی یکپارچه در قالب زنجیره تامین لارج بدست آمده است و در ادامه بر اساس گام‌های رویکرد پویایی سیستم، پس از تعیین فرضیه پویا، روابط علت و معلولی بین شیوه‌های لارج و معیارهای پایداری تعیین گردید و سپس نمودار حالت- جریان ترسیم شد. پس از ارائه مدل، اعتبارسنجی انجام گردید و در نهایت سناریوهای بهبود مدیریت کیفیت جامع و حذف ضایعات به منظور ارتقای رفتار مدل تبیین گردید و پس از اعمال سناریوها، تاثیر این شیوه‌ها بر روی پایداری زنجیره تامین مشاهده گردید. نتایج بدست آمده از اجرای این سناریوها نشان از بهبود پایداری در زنجیره تامین می‌دهد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بهبود اجرای مدیریت کیفیت جامع و حذف ضایعات شیوه‌های مناسبی برای پایدارتر شدن زنجیره تامین می‌باشند.

گویندان و همکاران ۲۰۱۴ بیان می‌کنند که شیوه TQM و حذف ضایعات؛ بیشترین تاثیر را بر روی عملکرد اجتماعی دارد و همچنین حذف ضایعات بیشترین تاثیر را بر روی پایداری اقتصادی دارد. مطابق با دیاس و همکاران ۲۰۱۳ شیوه حذف ضایعات که از شیوه‌های پارادایم ناب است به بهبود عملکرد زیست محیطی کمک می‌کند. پایداری زیست محیطی از طریق کاهش ضایعات و کاهش انتشار گازهای گل‌خانه‌ای در زنجیره تامین به دست می‌آید (مارتینز ۲۰۱۷). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که شیوه TQM و حذف

صنایع نمی‌باشد بنابراین به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد، مطالعاتی در این زمینه در سایر صنایع تولیدی انجام گردد. در مدل طراحی شده در این پژوهش تامین‌کننده قطعه در دو سطح در نظر گرفته شده است. در خصوص پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود محققان علاقه‌مند به گسترش مرزهای مدل اقدام کرده و بخش‌های بیشتری را به مدل وارد کنند. به عنوان مثال مدلسازی بخش‌هایی همچون شرکت مونتاژ کننده خودرو (ایران خودرو) و شرکت توزیع کننده خودرو می‌تواند گام موثری در جهت تکمیل آن باشد. همچنین در بخش سناریوها (سیاست‌ها) می‌توان با پیشنهاد سناریوهای دیگری، در جهت پایداری مسئله گام برداشت. از عمده‌ترین محدودیت‌های این پژوهش، عدم پاسخگویی به نامه‌های ارسالی به واحدهای مربوطه به جهت دریافت اطلاعات کمی مرتبط با موضوع تحقیق و پیگیری‌های مکرر جهت دریافت اطلاعات می‌باشد. همچنین عدم پاسخگویی به پرسشنامه‌های توزیع شده بین خبرگان از دیگر محدودیت‌های این پژوهش به شمار می‌رود. همچنین محدودیت مربوط به دسترسی کارشناسان و خبرگان صنعت در تهیه پرسشنامه بوده که فرآیند تهیه پرسشنامه را با وقفه روبرو کرده است. یکی دیگر از محدودیت‌های پژوهش در ارتباط با بعد اجتماعی پایداری بوده که ادبیات موضوعی بسیار کم می‌باشد. شکافی مهم در ارتباط با تحقیقات در پایداری اجتماعی در زنجیره تامین وجود دارد بنابراین معیارهای عملکرد اجتماعی نیاز به شناسایی دارد.

## منابع

285.  
<https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.03.002>
7. Azevedo, Susana 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.011>
8. Azevedo, Susana Garrido, Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2016a). LARG index: A benchmarking tool for improving the leanness, agility, resilience and greenness of the automotive supply chain. *Benchmarking*, 23(6), 1472–1499. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2014-0072>
9. Azevedo, Susana Garrido, Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2016b). LARG index. *Benchmarking: An International Journal*, 23(6), 1472–1499. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2014-0072>
10. Berry, W. L., Christiansen, T., Bruun, P., & Ward, P. (2002). *Lean Manufacturing: A Mapping of Competitive Priorities, Initiatives, Practices, and Operational Performance in Danish Manufacturers*. (May).
11. 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>
12. Bourlakis, M., Maglaras, G., Gallea, 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. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.08.002>
13. 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. <https://doi.org/10.1504/ijasm.2013.054969>
14. Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2012). Integrating Lean, Agile, Resilience and Green Paradigms in Supply Chain Management (LARG\_SCM). In *Supply Chain Management* (Vol. 2, p. 151–179). <https://doi.org/10.5772/14592>
۱. صفایی قادیکلائی، عبدالحمید. غلامرضا تبار دیو کلائی، زهرا. (۱۳۹۳) "تبیین چارچوبی برای ارزشیابی پایداری زنجیره تامین مواد غذایی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (مورد مطالعه: شرکت های منتخب تولیدی فرآورده‌های گوشتی استان مازندران)". فصلنامه مدیریت صنعتی. دوره ۶، شماره ۳ ص ۵۳۵–۵۵۴
۲. زبردست، اسفندیار. (۱۳۸۰). کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، پایگاه نشریات الکترونیکی دانشگاه تهران، هنرهای زیبا، سال چهاردهم، شماره: ۱۰
۳. محقر، علی؛ هاشمی پطودی، سیدحمید؛ طلایی، حمیدرضا. (۱۳۹۵) "مدلسازی پویایی در زنجیره تامین یک محصول جدید مبتنی بر رویکرد پویایی‌های سیستم". چشم‌انداز مدیریت صنعتی. شماره ۲۴، ص ۳۶–۹
3. Ahi, P., Jaber, M. Y., & Searcy, C. (2016). A comprehensive multidimensional framework for assessing the performance of sustainable supply chains. *Applied Mathematical Modelling*, 40(23–24), 10153–10166. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.07.001>
4. Ahi, P., & Searcy, C. (2015). An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 86, 360–377. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.005>
5. Amrina, E., & Yusof, S. M. M. (2011). Key performance indicators for sustainable manufacturing evaluation in automotive companies. *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2011 IEEE International Conference On, pp. 1093–1097. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2011.6118084>
6. Azadi, M., Jafarian, M., Farzipoor Saen, R., & Mirhedayatian, S. M. (2015). A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context. *Computers & Operations Research*, 54, 274–

23. Govindan, K., Azevedo, S. G., & Carvalho, H. (2013). Lean , green and resilient practices influence on supply chain performance : interpretive structural modeling approach. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0409-7>
24. Govindan, Kannan, Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2014). Impact of supply chain management practices on sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 85, 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.068>
25. Hajmohammad, S., Vachon, S., Klassen, R. D., & Gavronski, I. (2013). Reprint of Lean management and supply management : their role in green practices and performance q. *Journal of Cleaner Production*, 56, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.038>
26. Holt, D., & Ghobadian, A. (2009). An empirical study of green supply chain management practices amongst UK manufacturers. 20(7), 933–956. <https://doi.org/10.1108/17410380910984212>
27. Izadikhah, M., & Farzipoor Saen, R. (2016). Evaluating sustainability of supply chains by two-stage range directional measure in the presence of negative data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 49, pp. 110–126. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.09.003>
28. Kafa, N., Hani, Y., & El Mhamedi, A. (2013). Sustainability performance measurement for green supply chain management. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 6). <https://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00050>
29. Lotfi, M., & Saghiri, S. (2018). Disentangling resilience, agility and leanness. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(1), 168–197. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2017-0014>
30. Martínez-Jurado, P. J., & Moyano-Fuentes, J. (2014). Lean Management, Supply Chain Management and Sustainability: A Literature Review. *Journal of Cleaner Production*, 85, 134–150. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.042>
31. Martinez-Conesa, I., Soto-Acosta, P. and Carayannis, E.G. (2017), "On the path towards open innovation: assessing the role of knowledge management capability and environmental dynamism in SMEs", *Journal*
15. Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilience supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–13. <https://doi.org/10.1080/13675560600717763>
16. Chin, T. A., Tat, H. H., & Sulaiman, Z. (2015). Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance. *Procedia CIRP*, 26, 695–699. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.035>
17. De, D., Chowdhury, S., Dey, P. K., & Ghosh, S. K. (2018). Impact of Lean and Sustainability oriented innovation on Sustainability performance of Small and Medium Sized Enterprises: A Data Envelopment Analysis-based Framework. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.003>
18. Dües, C.M., Tan, K.H., Lim, M., 2013. Green as the new Lean: How to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. *J. Clean. Prod*, 40, 93–100.
19. Demeter, K., & Matyusz, Z. (2011). The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.031>
20. Erol, I., Sencer, S., & Sari, R. (2011). A new fuzzy multi-criteria framework for measuring sustainability performance of a supply chain. *Ecological Economics*, Vol. 70, pp. 1088–1100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.01.001>
21. Fallahpour, A., Udency Olugu, E., Nurmaya Musa, S., Yew Wong, K., & Noori, S. (2017). A decision support model for sustainable supplier selection in sustainable supply chain management. *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 105, pp. 391–410. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.01.005>
22. Gopal, P. R. C., & Thakkar, J. (2016). Sustainable supply chain practices: an empirical investigation on Indian automobile industry. *Production Planning & Control*, 27(1), 49–64. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1060368>

- Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility. 116, 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.09.002>
36. Salajegheh, S., Pourrashidi, R., Yazdani, A., 2013. The relationship between total quality management (TQM) and organizational performance (case study in Kerman Steel and Rolling Plant). *Interdiscip. J. Contemp. Res. Bus.* 5 (4), 478e489
37. Satish, M; Sampath K Kumar; 2008. Implementing total quality management with a focus on enhancing customer satisfaction. *International Journal of Quality & Reliability Management* 25(9):913-927
38. Towill, D. R. (1996). Industrial dynamics modelling of supply chains. *Logistics Information Management*, 9, 43–56.
39. Wolf, J. (2011). Sustainable Supply Chain Management Integration: A Qualitative Analysis of the German Manufacturing Industry. *Journal of Business Ethics*, 102(2), 221–235. <https://doi.org/10.1007/s10551-011-0806-0>
- of Knowledge Management, Vol. 21 No. 3, pp. 553-570. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2016-0403>
32. 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. *Intern. Journal of Production Economics*, (August), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.002>
33. Parveen, C. M., Kumar, A. R. P., & Narasimha Rao, T. V. V. L. (2011). Integration of lean and 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. <https://doi.org/10.1109/GTEC.2011.6167659>
34. 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.06.009>
35. Swafford, P. M., Ghosh, S., & Murthy, N. (2008). *Int. J. Production Economics*
- 
12. Overlap  
13. LARG  
14. Orji & Liu  
15. System Dynamics  
16. Kafa et al  
17. Chin et al  
18. Wolf  
19. Dynamic hypothesis  
20. VENSIM  
21. Scenarios  
22. Just in time
1. Sustainability  
2. Economic, and environmental goals  
3. Social  
4. Environmental  
5. Supply chain  
6. Supply chain management  
7. Lean  
8. Agile  
9. Resilient  
10. Green  
11. Synergy