Journal of Industrial Management Studies
Vol. 20, No.64, Spring 2022
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/JIMS.2022.55469.2632

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 2021/11/07
Received: 2021/ 07/24
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Developing a Dynamic Model for Balanced Performance Evaluation of a LARG Supply Chain

Mohammad Reza Atefi — Ph.D Candidate, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Reza Radfar * — Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
Email: r.radfar@srbiau.ac.ir

Ezatollah Asghari Zadeh — Associate Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

Organization managers tend to use an optimal and precise method to evaluate the performance of their organization by understanding the organization dynamics. The immediate research goal was to propose a dynamic model for the performance evaluation of a LARG supply chain with the balanced scorecard (BSC) approach. In this study, dynamic simulations are carried out for the performance evaluation of a supply chain. At first, a strategy map was designed, and measures are identified for each strategic objective considering the LARG supply chain measures. Then, a quantitative dynamic model was designed to identify the mathematical relationships among them. Based on the company's strategic objectives, scenarios were designed and analyzed to evaluate the performance. Each of the elements is incompatible in pairs in some metrics. Designing a balanced performance evaluation model allows to determine the effect of each strategic decision on the final performance of the company and to define the best scenarios and make the best decisions. Implementing each of the LARG elements can affect the performance of the company. Depending on which strategy is used among the four LARG options, their effect on the company's profitability can be evaluated.

Keywords: Balanced Scorecard, System Dynamics, LARG Supply Chain Management.

* Corresponding Author: r.radfar@srbiau.ac.ir
How to Cite: Atefi, M, R., Radfar, R., Asghari Zadeh, E. (2022). Developing a Dynamic Model for Balanced Performance Evaluation of a LARG Supply Chain, *Journal of Industrial Management Studies*, 20(64), 63-93.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۰۰/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش: ۰۰/۰۸/۱۶

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیستم، شماره ٦٤، بهار ١٤٠١، ص ٦٣ تا ٩٣

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/JIMS.2022.55469.2632

ارائه مدلی دینامیکی برای ارزیابی عملکرد متوازن یک زنجیره تأمین

محمدرضا عاطفی دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، مدیریت سیستم، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

رضا رادفر * استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

عزت‌الله اصغری زاده دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

هدف این پژوهش ارائه مدلی دینامیکی برای اندازه‌گیری عملکرد یک زنجیره تأمین لارج با رویکرد کارت امتیازی متوازن می‌باشد. در این پژوهش، از شبیه‌سازی پویا به‌منظور ارزیابی عملکرد یک زنجیره تأمین استفاده شده است. برای این منظور یک نقشه استراتژی طراحی‌شده و برای هر یک از اهداف استراتژیک، شاخص‌هایی با توجه به زنجیره تأمین لارج شناسایی گردید. یک مدل کمی برای تعیین روابط ریاضی بین آن‌ها طراحی شده است. سپس، سناریوهایی جهت بهبود عملکرد تعریف‌شده و اثر آن بر هریک از عناصر لارج تبیین شده است. هر یک از عناصر لارج در بعضی از سنجه‌ها دوبه‌دو ناسازگار هستند. طراحی یک مدل ارزیابی عملکرد متوازن این امکان را می‌دهد تا اثر هر تصمیم استراتژیک را بر عملکرد نهایی شرکت مشخص نمود و با تعریف سناریوهای مختلف، بهترین تصمیمات را اتخاذ کرد. پیاده‌سازی هریک از عناصر لارج می‌تواند بر عملکرد شرکت تأثیر بگذارد. بسته به اینکه کدام استراتژی از میان چهار گزینه لارج به‌کار گرفته شود اثر آن‌ها بر سودآوری شرکت را می‌توان ارزیابی کرد.

کلیدواژه‌ها: کارت امتیازی متوازن، سیستم دینامیکی، مدیریت زنجیره تأمین لارج.

* نویسنده مسئول: r.radfar@srbiau.ac.ir

مقدمه

یک زنجیره تأمین، شبکه‌ای از تولیدکنندگان، واسطه‌های کسب‌وکار، شرکت‌های حمل-ونقل، تأمین‌کنندگان و سازمان‌های رسمی است که با یکدیگر همکاری می‌کنند تا یک محصول را به‌سرعت و ازنظر مالی بهینه، به دست مصرف‌کننده نهایی برسانند (Campuzano & Mula, 2011). مدیریت زنجیره تأمین بر طبق نظر انجمن جهانی زنجیره تأمین، عملی است که طی آن فرآیندهای کلیدی زنجیره تأمین باهم یکپارچه می‌شوند تا محصولات، خدمات و اطلاعاتی که برای مشتری نهایی و سایر ذینفعان موجود در زنجیره، ارزش‌آفرین هستند را فراهم آورند.

یکی از اجزای اساسی مدیریت زنجیره تأمین مانند هر سازمان و شبکه دیگر، ارزیابی عملکرد زنجیره است. به‌منظور توسعه یک زنجیره بهینه و کارا، لازم است تا عملکرد آن ارزیابی شود. ارزیابی عملکرد باید به مدیران نشان دهد که چگونه می‌توانند زنجیره را پایدارتر و رقابت‌پذیرتر کنند (Udokporo et al., 2020). برای ارزیابی عملکرد زنجیره از رویکردها و شاخص‌های گوناگونی استفاده شده است. مدل‌های سنتی ارزیابی عملکرد اساساً مبتنی بر شاخص‌های مالی هستند اما در اقتصاد رقابتی امروز، شرکت‌ها بایستی علاوه بر دستیابی به اهداف مالی خود، وفاداری مشتریان خود را حفظ کنند، محصولاتی با نوآوری‌های جدید ارائه کنند، مهارت‌های کارکنان خود را بهبود دهند و همچنین بر روی زیرساخت‌های خود سرمایه‌گذاری نمایند. ازاین‌رو حسابداری مالی بایستی طوری گسترش پیدا کند که بتوان از دارایی‌های نامشهود و فکری شرکت نیز برای کسب رضایت مشتریان و کارکنان استفاده کرد. به‌منظور نیل به این هدف می‌توان از کارت امتیازی متوازن[1] استفاده کرد.

گرچه روش کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی عملکرد شرکت‌ها توسعه یافته بود اما تحقیقات زیادی برای توسعه کاربرد آن در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین صورت گرفته است. کارت امتیازی متوازن در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین کمک خواهد کرد تا عوامل بحرانی موفقیت یک زنجیره تأمین شناسایی‌شده و به شکل مناسبی استراتژی به

1. Balanced Scorecard

عملیات متصل گردد (El-Garaihy, W. H., 2021). کارت امتیازی متوازن، مأموریت‌ها و استراتژی‌های یک شرکت را به اهداف و سنجه‌های کلیدی عملکرد[1] ترجمه می‌کند. بدین ترتیب موجب درک درستی از ارتباطات افقی و عمودی بین سنجه‌های مالی و غیرمالی، سنجه‌های بیرونی و درونی و سنجه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود (Kaplan & Norton, 1996, 2004).

انتخاب روزافزون مشتریان، نگرانی‌های زیست‌محیطی و رقابت در بین تولیدکنندگان در سراسر جهان، صنعت را به پذیرفتن استراتژی‌های جدیدتر سوق داده است آن‌ها اکنون مجبورند برای سیستم‌های تولید مدرن خود از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی به مسائل بنگرند (Mittal et al., 2017). سازمان‌های تشکیل‌دهنده‌ی زنجیره‌های تأمین، هرروز نسبت به اهمیت استراتژیکِ سازگاری با یک چشم‌انداز جامع و جهت-گیری‌هایی که شامل همه‌ی عناصر مهم و حیاتی برای پیشرفت و پایداری جایگاهشان در بازار است، آگاهی بیشتری کسب می‌کنند (Sangari et al., 2015). در یک زنجیره تأمین که مرتباً در معرض تغییرات محیطی گسترده است و عدم قطعیت‌های ایجادشده در آن منجر به نوسانات و تشدید می‌شوند، مسئله هدف‌گذاری نیازمند در نظر گرفتن استراتژی-های مختلف زنجیره تأمین است. بدین ترتیب مدیران زنجیره تأمین مفاهیم LARG را به‌عنوان منشأ و محرک رسیدن به مزیت رقابتیِ پایدار، آغاز کرده‌اند (Carvalho et al., 2011). تلاش‌هایی در حال انجام است تا یک چارچوب یکپارچه برای پیاده‌سازی زنجیره تأمین لارج فراهم گردد (Amjad et al., 2021). مدیران زنجیره تأمین می‌توانند به‌منظور برقراری ارتباط مؤثر بین مفاهیم ناب، چابک، تاب‌آوری و سبز بودن، با متدولوژی ارزیابی عملکرد متوازن، شاخص‌های کلیدی عملکرد را به‌گونه‌ای انتخاب کنند که میزان تغییرات لارج بودن فعالیت‌های یک شرکت موجود در زنجیره تأمین را نیز نشان دهند.

کارت امتیازی متوازن بر اساس چهار منظر به دنبال ایجاد توازن در تعارضات ناشی از توجه به اهداف بلندمدت و کوتاه‌مدت، توجه به منابع مشهود و منابع نامشهود، تمرکز بر

1. Key Performance Indicator

منافع مالی و منافع غیرمالی و غیره می‌باشد. بنابر تجربه و تئوری، روابط جایگزینی[1] بین پارادایم‌های ناب، چابکی، تاب‌آوری و سبز بودن، یک مشکل واقعی و مهم است و شناخت این روابط ممکن است کمک کند یک زنجیره‌ی تأمین، کاراتر، ساده‌تر و پایدارتر شود (Suifan et al., 2019). رسیدن به ترکیبی صحیح از فعالیت‌های لارج با توجه به شرایط شرکت، می‌تواند بینشی را به مدیران ارائه دهد که بر اساس آن بهترین اقدامات مدیریتی که بالاترین تأثیر مثبت بر عملکرد سازمان دارند را انتخاب کنند (Azevedo et al., 2016).

اما کارت امتیازی متوازن به‌نوبه‌ی خود دارای اشکالاتی است. این متدولوژی بر علیت یک‌طرفه تمرکز می‌کند (روابط علت و معلول یک‌طرفه)، قادر به تشخیص تأخیرات زمانی بین اجرای اقدامات و تأثیر آن بر عملکرد سیستم نیست (عدم در نظر گرفتن عنصر زمانی در روابط علت و معلولی)، فاقد مکانیسم اعتبار سنجی است، ارتباطات بین سطح استراتژی و عملیات شفاف نیست و بالاخره بیش‌ازاندازه بر متغیرهای درون‌سازمانی متمرکز است. این مسائل سبب می‌شود تا ارزیابی بیشتر استاتیک باشد و این در یک محیط پویا می‌تواند از کارایی مدل ارزیابی بکاهد. به‌منظور رفع این نواقص و رسیدن به مدلی با پویایی بیشتر می‌توان از مدل‌سازی دینامیکی استفاده کرد. (Nielsen & Nielsen, 2008).

کاتساکیالی و همکاران موضوعاتی که در طی ۲۰ سال گذشته در حوزه زنجیره تأمین ظهور کرده است را موردبررسی قرار دادند. این مطالعات نشان داد که دگرگونی[2] در حوزه زنجیره تأمین اجتناب‌ناپذیر است. آن‌ها پیشنهاد کردند که از مجموعه‌ای از استراتژی‌ها در طراحی زنجیره تأمین استفاده شود تا زمینه مقابله با این چالش فراهم شود. همچنین برای تطبیق با این تحولات باید برنامه‌های زنجیره تأمین، سیاست‌های موجودی و زمان‌بندی‌ها برای حصول به عملکرد مطلوب به‌عنوان پیش‌نیاز ثبات و استحکام زنجیره به کار گرفته شود(Katsaliaki et al., 2021) . شارما و همکاران مطالعه گسترده‌ای را برای مطالعه رویکردهای یکپارچه لارجس انجام دادند. آن‌ها ۱۶۰ مقاله‌ای که در طی ده سال

1. Trade-offs
2. Disruption

گذشته نوشته شده بود را تحلیل کردند. آن‌ها در این مطالعه موضوعات و جهت‌گیری‌های تحقیقاتی آینده را با توجه به موضوعات کشف نشده و زمینه‌های تحقیقاتی مشخص کردند. یکی از چالش‌های شناسایی‌شده، تحلیل این موضوع است که چگونه اجرای یکی از استراتژی‌های چهارگانه لارج می‌تواند بر دیگری تأثیر بگذارد به‌عبارت‌دیگر نحوه رابطه جایگزینی بین این استراتژی‌ها چگونه است (Sharma et al., 2021).

در این پژوهش ما به دنبال مقابله با این مسئله هستیم که چه طور می‌توان یک سیستم ارزیابی عملکرد یکپارچه و متوازن بین اهداف استراتژیک شرکت و استراتژی‌های لارج را به شکلی پویا پیاده‌سازی کنیم به‌گونه‌ای که بتوانیم اثر هر تصمیم و اقدام استراتژیک لارج را قبل از پیاده‌سازی بر عملکرد و تحقق اهداف استراتژیک شرکت بررسی کنیم ضمن آنکه اثر اجرای هر استراتژی را بر دیگری ارزیابی کنیم.

مرور پیشینه‌ها

مدیریت زنجیره تأمین لارج، یعنی این‌که ناب بودن، چابک بودن، تاب آور بودن و سبز بودن چگونه می‌توانند به همراه هم، بهترین کارایی را برای شرکت به ارمغان آورند. بااین‌وجود، مدیریت استراتژی‌های مختلف در یک برنامه‌ی هماهنگ و موزون، کار مشکلی است، چراکه آن‌ها شامل فعالیت‌های متفاوتی می‌باشند. ناب بودن یک زنجیره، کمک می‌کند تا سود نهایی از طریق کاهش هزینه‌ها، زیاد شود؛ چابک بودن کمک می‌کند تا سود از طریق فراهم آوردن هر آنچه که دقیقاً مشتری می‌خواهد، زیاد شود. یک زنجیره‌ی تاب‌آور، ممکن است حتماً دارای کمترین هزینه نباشد اما این نوع زنجیره‌ها در مواجهه با عدم قطعیت محیط کسب‌وکار، تواناتر هستند. همچنین سبز بودن یک زنجیره به معنای پایدارتر بودن آن ازلحاظ محیط‌زیستی است (Carvalho, Helena, 2011, Carvalho et al., 2017). مدیریت لارج، یک سیستم یکپارچه‌ی اجتماعی- فنی است اما هرکدام از بخش‌های آن نیز دارای تمرکز خاصی است.

ارتباط معنی‌داری بین ناب، چابکی، تاب‌آوری و سبز بودن و عملکرد پایدار زنجیره تأمین وجود دارد (Raut et al., 2021). یکی از چالش‌ها این است که چگونه، چه وقت و

به چه شکل هر یک از عناصر لارج بر عملکرد و پایداری زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارند. الگودش و همکاران از یک مدل SCOR برای تعیین ارتباط عناصر لارج با عملکرد زنجیره تأمین استفاده کردند (Alqudah et al., 2020). ناب، چابکی، تاب‌آوری و سبز، در برخی مواقع با یکدیگر هم‌افزایی ایجاد می‌کنند و در برخی مواقع با یکدیگر تضاد و رابطه جایگزینی دارند؛ اما سازش و رابطه جایگزینی بین این عناصر نسبتاً جدید بوده و فاقد تعریف شفاف و ساختاریافته تحقیقاتی است (Bouhannana et al., 2020). مثلاً اقداماتی که باعث افزایش سطح موجودی می‌شوند، ازنظر ناب بودن، چابکی و سبز بودن، منفی هستند ولی ازنظر تاب‌آور بودن، مثبت می‌باشند. کاروالو و همکاران بر روی‌هم افزایی‌ها و رابطه جایگزینی این پارادایم‌ها تحقیق کردند. آن‌ها هفت ویژگی برای زنجیره در نظر گرفتند که می‌توان آن‌ها را با اقدامات مختلف مدیریت کرد. سپس با ربط دادن ویژگی‌ها به سنجه‌های ارزیابی عملکرد یک مدل علی حلقوی برای زنجیره تأمین و سپس یک نمودار ارتباطی بین سنجه‌ها برای هر پارادایم رسم کردند. آزودو و همکاران مدلی مفهومی ارائه دادند که تأثیر فعالیت‌های لارج بر روی عملگرهای عملیاتی، اقتصادی و محیط‌زیستی یک زنجیره تولیدی را مشخص می‌کرد (Azevedo et al., 2011). آزودو و همکاران همچنین یک ابزار بنچمارکینگ را با استفاده از روش امتیازدهی دلفی ارائه دادند که می‌تواند درجه نابی، چابکی، تاب‌آوری و سبز بودن شرکت را به شکل ذهنی مشخص کند (Azevedo et al., 2016). الزاریکا نیز با استفاده از این مدل یک ارزیابی استاتیک بر روی سه زنجیره تأمین انجام داد (Elzarka et al., 2020). کابرال و همکاران مدل تصمیم-گیری را ارائه دادند که به مدیران کمک می‌کرد بهترین فعالیت‌های مدیریت لارج زنجیره را انتخاب کنند؛ (Cabral et al., 2012). ایزدیار و همکاران یک مدل ارزیابی عملکرد برای شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین لارج با استفاده از پویایی سیستم ارائه کردند (Izadyar et al., 2020). محمدزاده و همکاران از یک مدل ریاضی حلقه بسته خطی برای طراحی شبکه زنجیره تأمین لارج استفاده کردند (Mohammadzadeh et al., 2020)؛ اما

ارزیابی‌های عملکرد زنجیره تأمین لارج آن‌ها بر رویکردها متمرکز است و به شکلی متوازن بر اهداف متمرکز نیستند.

سازمان‌ها به‌منظور رسیدن به اهداف خود بایستی عملکرد مالی و غیرمالی خود را به‌وسیله‌ی برخی ابزارها پایش و ارزیابی کنند. روش کارت امتیازی متوازن در سال ۱۹۹۲ توسط رابرت کاپلان و دیوید نورتون به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی عملکرد ارائه شد. در این روش عملکرد سازمان از چهار جنبه مالی، مشتری، فرایندهای داخلی، رشد و یادگیری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این رویکرد آمیزه‌ای از معیارهای مالی به‌عنوان نتیجه و معیارهای غیرمالی به‌عنوان محرک تعریف می‌شوند تا توازنی بین اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت ایجاد شود؛ اما باوجود قابلیت‌های اثبات‌شده این رویکرد دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. (Kaplan & Norton, 1992,1996)

در سال ۲۰۰۴ آن‌ها نقشه‌های استراتژی را معرفی کردند که به‌وسیله آن‌ها می‌توان سنجه‌های کلیدی ارزیابی عملکرد را مثل حلقه‌های زنجیر به یکدیگر متصل کرد (Kaplan & Norton, 2004). بر اساس مطالعات ردی و همکاران که بر روی تکنیک‌های ارزیابی عملکرد در طی دو دهه گذشته انجام شده است، کارت امتیازی متوازن بیشترین کاربرد را در ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین داشته است (Reddy et al., 2019).

اما کارت امتیازی متوازن دارای محدودیت‌هایی است که می‌توان علیت یک‌طرفه، درنظر نگرفتن تأخیرات، کمبود قابلیت‌های اعتبارسنجی، ادغام استراتژی با عملیات و تمرکز داخلی را مطرح کرد (Akkermans et al., 2005). پویایی سیستم می‌تواند بعضی از عوامل کلیدی موفقیت کارت امتیازی متوازن را افزایش داده و از طریق تحلیل حساسیت از تصمیم‌گیرندگان پشتیبانی کند. همچنین با تأکید بر داده‌ها و آمارها می‌توان مدل دینامیکی کارت امتیازی متوازن را صحه‌گذاری کرده و قابلیت اطمینان مدل را برای مدیران ارتقا داد (Supino et al., 2019). آستین نیلسون و ارلند نیلسون در مجموعه‌ای از پژوهش‌ها سعی کردند با استفاده از سیستم دینامیکی، محدودیت‌های کارت امتیازی متوازن را برطرف کنند آن‌ها متوجه شدند که تغییر کوچکی در یکی از متغیرهای پایه

(مهارت‌ها، تعداد مشتریان و یا کالاهای در دست‌ساخت[1]) می‌تواند منجر به تأثیرات بزرگ در سایر متغیرهای شرکت شود (Nielsen & Nielsen, 2006, 2008, 2012, 2013, 2014). کاپلو و همکارش تلاش کردند با ارائه مدلی نظری، اثربخشی کارت امتیازی متوازن را به‌وسیله‌ی تأثیرات بازخوردی بالا ببرند (Capelo et al., 2009). اسپجو و همکاران یک چارچوب یکپارچه برای ادغام کارت امتیازی متوازن و سیستم دینامیکی ارائه دادند که نقص‌های کارت امتیازی متوازن را رفع می‌کرد (Espejo et al., 2015). هو و همکارانش نشان دادند که انتخاب و اجرای دینامیک استراتژی‌ها و فعالیت‌های منطبق بر آن‌ها می‌تواند اطلاعات بسیاری را برای تصمیم‌گیران به وجود آورد تا با استفاده از آن‌ها بر مشکلات مدیریتی غلبه کنند (hu et al., 2017). زندیه و همکاران از یک مدل دینامیکی برای ارزیابی عملکرد پایدار با استفاده از کارت امتیازی متوازن در یک محیط آشفته استفاده کردند (Zandieh et al., 2020).

مطالعات گسترده‌ای در مورد مدل‌سازی سیستم دینامیکی برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار صورت گرفته است (Rebs et al., 2020). برای مثال از مدل‌سازی دینامیکی برای بهبود عملکرد فرایند توزیع لجستیک استفاده شده است (Mutanov .et al.,2020). موبد و همکاران از یک مدل دینامیکی برای محصولات روبه‌زوال در یک زنجیره تأمین استفاده کردند (Moubed et al.,2021) .رینر با استفاده از سیستم دینامیکی نشان داد که چرا مشتری‌مداری، برای ارزیابی و توسعه‌ی فرآیند زنجیره‌ی تأمین مهم بوده و چه وابستگی هایی بین سنجه‌های عملکردی که جزو الزامات مدیریت زنجیره تأمین هستند، وجود دارد ((Reiner, 2005. مصطفی بایراک به همراه همکارانش اصلی‌ترین دلایل اثر شلاق چرمی که شامل تحریف اطلاعات، بازی تخصیص و تبلیغات می‌باشند را به‌وسیله مدل‌سازی عملیات زنجیره تأمین موردمطالعه قرار داده و سپس نوع رفتار زنجیره را در شرایط مختلف آزمایش کردند (Özbayrak et al., 2007). جان مندوزا و همکاران از سیستم‌های دینامیکی برای تحلیل سیاست‌های مختلف برنامه‌ریزی تولید انبوه در زنجیره استفاده کردند (Mendoza et al., 2014). لنگرودی و امیری از سیستم‌های دینامیکی برای مدل‌سازی

1. WIP (Work In Process)

یک زنجیره تأمین چندسطحی و چندمحصولی، تحت تقاضای احتمالی استفاده کردند (Langroodi & Amiri 2016). ندیمی و همکاران از یک تحلیل هیبریدی استفاده کردند (Nadimi et al., 2021). درنهایت طی تحقیقاتی که در طی دو دهه گذشته بر روی سیستم‌های ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین انجام شده است مشخص شد که تکنیک‌های شبیه‌سازی مانند سیستم دینامیکی مناسب‌تر از سایر روش‌ها و رویکردهای اندازه‌گیری عملکرد است و نشان دادند که هنوز تحقیقات بیشتری در زمینه مدل‌سازی عملکرد زنجیره تأمین موردنیاز است (Ka et al., 2019). اتصال استراتژی به عملیات و یکی از چالش‌های سیستم‌های ارزیابی عملکرد است.

رن و همکارانش متدولوژی را به‌منظور دستیابی به تصمیم‌گیری مؤثرتر و پر کردن شکاف بین اهداف استراتژیک و اقدامات عملی در زنجیره تأمین، ارائه دادند. در این متدولوژی اهداف استراتژیک به شاخص‌های عملکردی ترجمه شده است (Ren et al., 2006). یانگ برای رسیدن به یک راه‌حل جامع برای تصمیم‌گیری عملیاتی در یک شرکت تولیدی در زنجیره تأمین، در ابتدا فرآیند تصمیم‌گیری عملیاتی را موردمطالعه قرار داد و با به دست آوردن اهداف استراتژیک سعی کرد تعامل بین آن‌ها را با استفاده از سیستم دینامیکی موردبررسی قرار دهد (Ying, Y., 2010). در این مقاله سعی شده است تا با یک روش ساختارمند از کارت امتیازی متوازن برای ارزیابی زنجیره تأمین لارج استفاده شود. برای پاسخگویی به پویایی محیط سیستم‌های تولیدی از مدل‌سازی دینامیکی استفاده شده است تا امکان ارزیابی اجرای هر یک از استراتژی‌های ناب، چابکی، تاب‌آوری و سبز بر یکدیگری و بر عملکرد کلی سازمان مانند سودآوری ارزیابی شود.

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش ابتدا مدل ارزیابی متوازن با استفاده از چارچوب BSC توسعه می‌یابد. برای تهیه نقشه استراتژی، اهداف استراتژیک شرکت با توجه به چشم‌انداز تعیین شده است. شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) به‌گونه‌ای انتخاب‌شده‌اند که میزان حصول به اهداف

را مشخص نمایند. از طرفی این شاخص‌ها با یکی از سنجه‌های ناب، چابکی، تاب‌آوری و سبز همخوانی داشته باشد.

در مرحله بعد شاخص‌های تعیین‌شده درون یک مدل دینامیکی قرار می‌گیرند تا محدودیت‌های مدل BSC برطرف شود. با تعریف سناریوها، میزان تحقق اهداف استراتژیک و همچنین تحلیل حساسیت متغیرهای لارج (منظور از متغیر لارج در این پژوهش شاخصی در نقشه استراتژی است که بعداً وارد مدل دینامیکی شده و تغییر آن موجب تغییر میزان لارج بودن زنجیره می‌شود) بررسی شده است.

یافته‌ها

برمبنای برنامه استراتژیک شرکت، نقشه استراتژی با همکاری مدیران شرکت تهیه شده است. سپس سنجه‌ها بر اساس اهداف استراتژیک تعیین می‌گردند به‌گونه‌ای که بتوان با استفاده از آن‌ها میزان دستیابی به اهداف استراتژیک را تخمین زد. شاخص‌هایی که در این مرحله تعیین می‌شوند در گام بعد در کنار برخی متغیرهای کمکی دیگر، وارد مدل‌سازی دینامیکی می‌شوند. شرکتی که ما در این پژوهش قصد بررسی آن را داریم در صنعت قطعه‌سازی خودرو فعالیت می‌کند.

تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد و تعیین نوع لارج بودن

پس از تعیین اهداف استراتژیک و شاخص‌ها، حال باید مشخص شود که کدام شاخص‌ها ناب، چابک، تاب‌آور و یا سبز هستند. منظور از شاخص ناب شاخصی است که افزایش و کاهش آن به‌طور مستقیم بر روی افزایش یا کاهش میزان ناب بودن شرکت مؤثر است و به همین صورت برای چابکی، تاب‌آوری و سبز بودن. نوع لارج بودن یک شاخص به‌طور خلاصه در جدول ۱ آمده است. شاخص‌های تعیین‌شده در این مرحله، در مرحله بعد به‌عنوان متغیر وارد مدل دینامیکی می‌شوند.

جدول ۱. متغیرهای لارج در کارت امتیازی متوازن

مناظر	اهداف استراتژیک	شاخص‌ها	نوع لارج بودن	مراجع لارج بودن
مالی	افزایش سود	سود	-	-
		سود انباشته	-	-
مشتری	افزایش رضایت مشتری	میزان رضایت مشتری	-	-
	کاهش لیدتایم تحویل	لیدتایم تحویل	ناب سبز	Carvalho et al., 2013/ Afonso and do Rosário Cabrita 2015/ Arif-uz-zaman and 2014/ Azevedo et al., 2011
	افزایش پاسخگویی به مشتریان	درصد پاسخگویی به مشتریان	چابک	Tooranloo et al., 2018 Carvalho et al., 2011
	کاهش زمان پردازش سفارش	زمان پردازش سفارش	چابک	Azevedo et al., 2011, Carvalho et al., 2011
فرآیندهای داخلی	کاهش لیدتایم تولید	لیدتایم تولید	ناب، تاب آور، چابک	Carvalho et al., 2011/ Singh and Vinodh 2017/ Ruiz-Benitez et al., 2017
	افزایش کیفیت کالا	میزان کیفیت کالا	ناب	Carvalho et al., 2011/ Afonso 2015/do Rosário Cabrita 2016/ uz-zaman and 2014
	بهینه کردن میزان موجودی	میزان موجودی	ناب، چابک، تاب‌آور، سبز	Carvalho et al., 2011/ Singh and Vinodh 2017/ Prasanna, and Vinodh 2013/ Azvedo et al., 2011
	افزایش عملکرد تولید	عملکرد واقعی	ناب	Suifan et al., 2019 Carvalho et al., 2011
	بهینه کردن میزان موجودی	میزان ظرفیت تولید	ناب، چابک، تاب‌آوری، سبز	Carvalho et al., 2013/ Singh and Vinodh 2017/ Prasanna, and Vinodh 2013/ Azvedo et al., 2011
رشد و یادگیری	افزایش مهارت-های کارکنان	میزان کل مهارت‌ها	تاب‌آوری	Carvalho et al., 2011/ Azevedo et al., 2011

با توجه به پیشینه تحقیق و مصاحبه با مدیران، بعضی از قواعد حاکم بر تغییرات لارج زنجیره تأمین به شرح ذیل است: اگر لیدتایم تحویل افزایش یابد از میزان ناب و چابکی زنجیره کاسته می‌شود و بالعکس. اگر میزان پاسخگویی به مشتریان افزایش یابد زنجیره چابک‌تر می‌شود و بالعکس. اگر میزان زمان پردازش سفارش افزایش یابد میزان چابکی زنجیره کم می‌شود و بالعکس. اگر لیدتایم تولید افزایش یابد، از میزان ناب بودن و چابک بودن کاسته شده و تاب‌آوری افزایش می‌یابد و بالعکس. اگر کیفیت کالا بالا رود زنجیره ناب‌تر می‌شود و بالعکس. اگر میزان موجودی کالا بهینه شود از تاب‌آوری کم و به ناب، چابک و سبز بودن زنجیره اضافه می‌شود و بالعکس. اگر عملکرد واقعی بالاتر رود میزان ناب بودن افزایش می‌یابد و بالعکس. اگر میزان ظرفیت تولید بالا رود از ناب، سبز بودن کاسته و به چابکی و تاب‌آوری اضافه می‌شود و بالعکس؛ و بالاخره اگر میزان مهارت‌های کارکنان بالاتر رود به میزان تاب‌آوری زنجیره اضافه می‌شود و بالعکس. این قوانین، کلی هستند و مدیریت سازمان می‌تواند اهدافی را انتخاب کند که هم چشم‌انداز سازمان محقق شود و هم هر یک از استراتژی‌های لارج بودن فعالیت‌های سازمان تضمین شود.

توسعه مدل سیستم دینامیکی

زنجیره‌ی تأمینی که ما بررسی می‌کنیم دارای دو سطحِ تولیدکننده است. شاخص‌های تعریف‌شده میزان لارج بودن را تعیین خواهند کرد اما درنهایت هدف هر شرکتی سودآوری است. لذا بر اساس نقشه استراتژی می‌توانیم اثر هر شاخص را بر سودآوری ارزیابی کنیم. به دلیل آنکه نتایج بلندمدت مهم است افق زمانی مدل را ۱۰۰ ماه در نظر گرفتیم. داده‌های ۷ سال گذشته برای مدل‌سازی استفاده شده است. ذکر این نکته ضروری است که مدل دینامیکی ما شامل دو سطح تأمین‌کننده است اما تحلیل‌های ما برای شرکت سطح پایینی انجام می‌شود.

منظر مالی

هدف نهایی هر کسب‌وکاری درنهایت رسیدن به سود است؛ بنابراین در نظر گرفتن متغیرهای مالی برای رسیدن به یک مدل متوازن ضروری است. برای به دست آوردن سود باید درآمدهای به‌دست‌آمده از فروش محصولات در هر دوره را از میزان مجموع هزینه‌ها کم کنیم.

1) Profit= revenue-costs

منظر مشتریان

مشتری مهم‌ترین رکن هر کسب‌وکاری است. در این مدل میزان رضایت مشتریان و تأثیر آن بر روی میزان سفارش شرکت موردتوجه قرار گرفته است. برای این کار از سه متغیر زمان تحویل، رضایت مشتری و نرخ پاسخگویی به مشتریان به شکل وزن دهی شده به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در رضایت مشتریان استفاده شده است.

2) Customer satisfaction= 4*quality with lookup+2*average fillrate-delivery time

منظر فرآیندهای داخلی

فعالیت‌های منظر فرایند داخلی منجر به تولید و تحویل محصول در زمان و هزینه مناسب می‌شود. در منظر فرآیندهای داخلی قصد اولیه آن است که میزان موجودی و کالاهای در دست ساخت کنترل شود. این کار با تشکیل یک حلقه منفی بر روی هرکدام از این متغیرهای حالت انجام می‌شود.

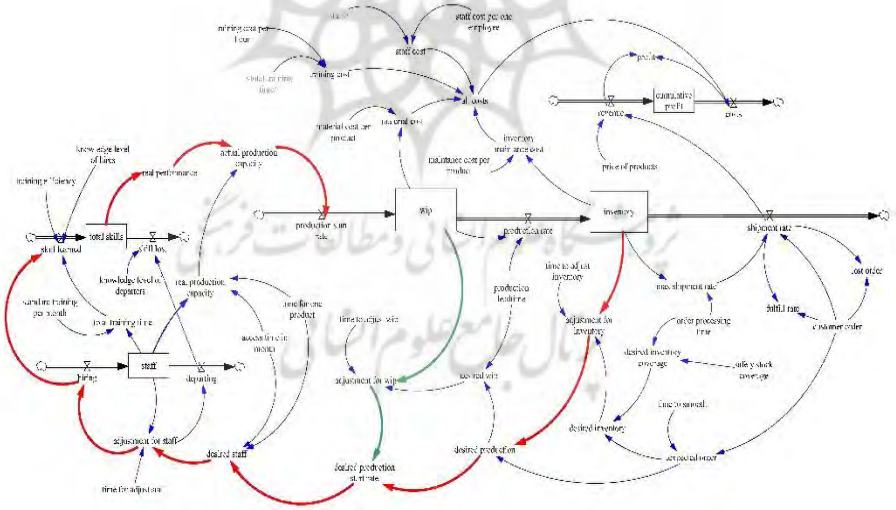
منظر فرایند شامل شروع تولید مشتمل بر تأمین مواد اولیه، انبارداری و تزریق به خط تولید، فرایند تولید و بالاخره فرایند تحویل می‌شود. یکی از اهداف این فرایند، رساندن میزان موجودی و کالای در دست ساخت به میزانی است که بتوان همه‌ی سفارشات ورودی را با توجه به تأخیرات سیستم پاسخ داد و هیچ سفارش ازدست‌رفته‌ای نداشت. در ذیل متغیرهای حالت و جریان و متغیرهایی که در حلقه‌های منفی و مثبت نقش داشته‌اند آورده شده است. سایر متغیرهای مدل متغیرهای کمکی هستند:

3) **P**roduction start rate= MIN(actual production capacity, shipment rate
4) Wip= INTEG (production start rate-production rate)
5) Production rate= (wip/production leadtime)*(1-rate of defect)
6) Inventory= INTEG (production rate-shipment rate)
7) Desired production= MAX(0,adjustment for inventory+expected order)

منظر یادگیری و رشد

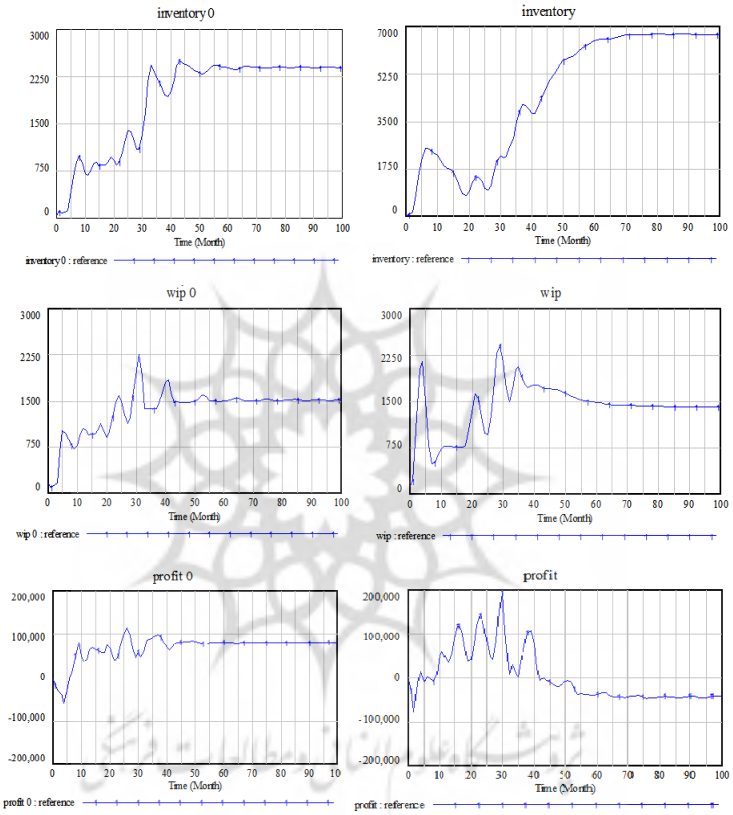
اکنون با واردکردن متغیرهای منظر رشد و یادگیری، مدل را بسط می‌دهیم. فرض کنید ظرفیت تولیدی کارخانه تابع میزان نیروی انسانی است و تشکیل یک حلقه منفی دیگر بر روی متغیر میزان کارکنان، حلقه‌های کنترلی را طولانی‌تر می‌کند.

8) Hiring= IF THEN ELSE(adjustment for staff>=0, adjustment for staff, 0)
9) Staff= INTEG (hiring-departing)
10) Desired staff=(desired production start rate*time for one product)/access time in month
11) Adjustment for staff= (desired staff-staff)/time for adjust staff
12) Real production capacity= (staff*access time in month)/time for one product



شکل ۱. نمودار حالت- جریان سیستم

رفتار مدل در شکل ۲ نشان داده شده است. از مقایسه نمودار میزان موجودی مشخص است که در زنجیره پدیده تقویت رخ داده است و میزان موجودی سطح پایین بسیار بیشتر از موجودی سطح اول شده است. همچنین سود سطح پایینی به دلیل تأخیرهای رخ‌داده و از دست دادن مشتریان کاهش چشمگیری دارد.



شکل ۲. رفتار متغیرها در مرحله پایانی توسعه مدل

صحه‌گذاری و آزمون مدل

یکی از مراحل مدل‌سازی اعتبارسنجی مدل است. بعد از تعیین روابط مدل، برای اطمینان از اعتبار عملکرد آن، آزمون‌های متعددی انجام شده است که به‌اختصار به نتایج برخی از آن‌ها به شرح ذیل اشاره می‌کنیم:

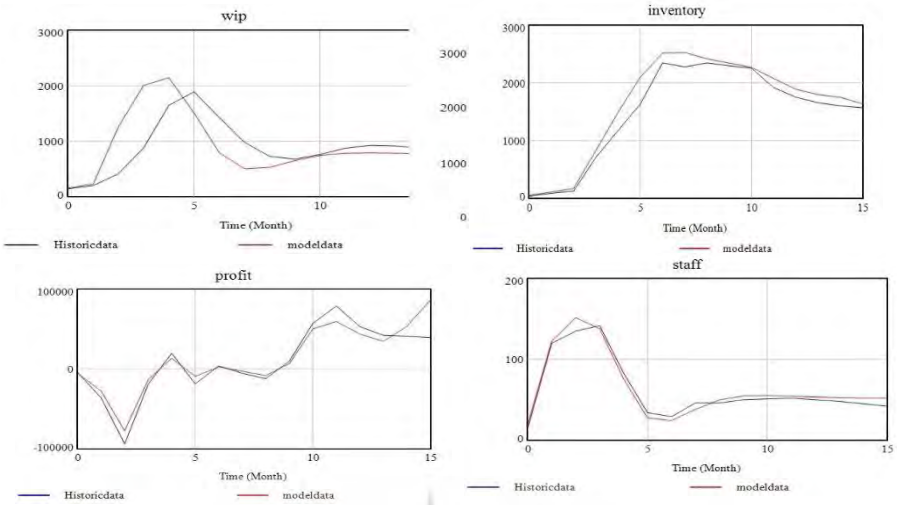
آزمون سازگاری ابعادی: هدف از این آزمون تعیین موضوع است که «آیا ابعاد متغیرها در همه معادلات در دو سمت معادله، در حالت موازنه قرار دارند؟». با توجه به نتایج نرم‌افزار، آزمون سازگاری ابعاد مدل تأیید شد.

آزمون کفایت مرز: در آزمون کفایت مرزی، به دنبال بررسی شمولیت تمام عناصر تأثیرگذار بر مسئله هستیم. در این تحقیق، کلیه متغیرهای مدل بر اساس پیشینه تحقیق و نظر متخصصان شامل کلیه عوامل مؤثر بر کارت امتیازی متوازن و اهداف لارج بوده است.

آزمون ارزیابی پارامتر: پارامترهای مدل با استفاده از روش آزمون‌وخطا و مقایسه رفتار مدل با مدل‌های مرجع تعیین شد. برای اطمینان از صحت پارامترها، نتایج با متخصصان موردبازنگری و تأیید قرار گرفت.

آزمون بازتولید رفتار: در این آزمون به دنبال بررسی قابلیت تولید رفتار سیستم مطابق با نتایج تاریخی هستیم. در این مقاله متغیرهای موجودی در دست، کار در دست ساخت، هزینه موجودی و سود که متغیرهای مهمی بودند برای چهارده دوره مورد تحلیل قرار گرفته است؛ که نتایج آن در شکل ۳ آورده شده است. تغییرات و روند متغیرهای انتخاب‌شده با متخصصان صنعت بررسی و نتایج با واقعیت‌های محیط صنعت و شرکت مورد تأیید قرار گرفت.

آزمون محاسبه میزان خطا: علاوه بر آزمون‌های فوق از شاخص آزمون خطا نیز استفاده شد و میزان خطای متغیرهای کلیدی بر اساس روش‌های زیر محاسبه گردید(Sterman, 2000) .



شکل ۳. بازتولید رفتار متغیرها

محاسبه درصد خطای مجذورات[1]: بر اساس این شاخص هر چه میزان تفاوت بین داده‌های تاریخی و مقادیر حاصل از مدل کمتر باشد، خطای مدل کمتر است.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\frac{y_i^s - y_i^a}{y_i^a}) \times 100} \quad (۱۳$$

y_i^s:نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل

y_i^a: داده‌های واقعی

N: تعداد مشاهدات است

هر چه میزان آن به صفر نزدیک‌تر باشد، به معنی خطای کمتر و نزدیک شدن به ۱۰۰ درصد نیز نشان‌دهنده خطای بیشتر است.

شناسایی ریشه‌های خطا: با توجه به اهمیت خطا در پیش‌بینی، ریشه‌های خطا با توجه به ۳ شاخص زیر محاسبه شده است. خطای مبنا: زمانی که خروجی الگو با داده‌های تاریخی تناسب نداشته باشد به وجود می‌آید. خطای انحراف: زمانی که واریانس‌های داده‌های واقعی و شبیه‌سازی با هم تفاوت زیادی داشته باشند، ایجاد می‌شود. خطای

1. Root Mean Squared Percentage Error (RMSPE)

نابرابری کوواریانس‌ها: زمانی که نتایج الگو و داده‌های تاریخی با هم همبستگی نداشته باشند، به وجود می‌آید. (Foxon, F. 2021)

نتایج آزمون‌های محاسبه خطا برای متغیرهای سود، قطعات در دست ساخت، در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، میزان خطا در متغیرهای تعریف‌شده در سطح قابل قبولی قرار دارد.

جدول ۲. نتایج اندازه گیری خطاها

آزمون	سود	قطعات در دست ساخت
RMSPE	۰/۳۰۲	۰/۲۲۱
U^T	۰/۱۶۲	۰/۱۳۴
U^M	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
U^S	۰/۸۹۲	۰/۲۹۳
U^C	۰/۱۰۳	۰/۷۰۲
$U^M + U^S + U^C = 1$	۱	۱

سناریوسازی

حال، با تغییر متغیرها در محیط شبیه‌سازی‌شده و بررسی اثرات آن‌ها، سیاست‌های مختلف و واکنش سیستم به آن‌ها مورد آزمایش قرار می‌گیرد و رفتار آن بررسی می‌شود. چنانچه سیاستی به رفتار مطلوب منجر نگردد، مجموعه سیاست‌های دیگر بررسی می‌شوند تا رفتار متغیرهای هدف در طول زمان و نیز استراتژی مطلوب شناسایی شود. رفتار متغیرها تحت سناریوهای پیاده شده، در قالب نمودارهایی قابل تفسیر است. بدین‌صورت که با درپیش گرفتن سیاست‌هایی در هر منظر کارت امتیازی متوازن، رفتار متغیرهای اصلی مدل در دوره زمانی میان‌مدت و بلندمدت مشخص می‌گردد. سناریوها بر اساس امکان تأثیرگذاری بر عملکرد مالی و مشتری تعریف شده است؛ به‌عبارت‌دیگر متغیرهایی در سناریو تعریف شده است که از نوع محرک یا پیشرو می‌باشد و غالباً در منظرهای فرآیندهای داخلی و مشتریان تعریف می‌گردد. این سناریوها بر اساس میزان عملی بودن از طریق مصاحبه با

مدیران تعریف‌شده و ۴ سناریو در منظر فرایندهای داخلی و یک سناریو در منظر یادگیری و رشد تعریف شده است.

در بررسی سناریوها چهار متغیر کلیدی را موردبررسی قرار می‌دهیم که در مرحله‌ی مدل‌سازی رفتار مرجع آن‌ها را رصد کرده‌ایم. سپس در مرحله‌ی پایانی تأثیر سناریوها بر روی میزان رسیدن به اهداف استراتژیک را موردبررسی قرار می‌دهیم. البته قوانین کلی لارج بودن شرکت‌های موجود در زنجیره در بخش قبلی آورده شد و در بخش سناریوسازی تکرار نمی‌شود. درنتیجه مدیران می‌توانند با استفاده از این مدل تأثیر هر یک از سناریوها را هم‌زمان بر روی اهداف استراتژیک و لارج بودن شرکت موردبررسی قرار داده و اقدامات لازم را جهت هماهنگی با محیط پیرامونی کسب‌وکار کارشان اتخاذ کنند. سناریوهای بررسی‌شده به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳. سناریوها

ردیف	سناریو
۱	کاهش لیدتایم تولید سطح پایین
۲	کاهش لیدتایم تولید سطح بالا
۳	افزایش اثربخشی آموزشی سطح پایین
۴	کاهش زمان پردازش سفارشات سطح پایین
۵	کاهش زمان پوشش موجودی احتیاطی سطح بالا

در سناریو اول لیدتایم تولید شرکت در سطح پایین زنجیره تأمین را به میزان ۳۵ درصد کاهش دادیم. این سطح از کاهش با به‌کارگیری تکنیک‌های تولید ناب مانند بازتعریف جانمایی بر اساس تولید سلولی، بازطراحی فرایندها و یا رویکردهای حل مسئله شش سیگما به‌راحتی قابل حصول است. زمان لید تایم از ۱/۵ ماه به ۱ ماه کاهش یافت تا تأثیرات آن را بر سایر متغیرها و درنهایت سودآوری ارزیابی کنیم.

در سناریو دوم لید تایم تولید در شرکت سطح بالای زنجیره تأمین را ۳۵ درصد کاهش دادیم. زمان لید تایم در هر دو شرکت ۱/۵ ماه بوده است زیرا عناصر زنجیره

پارامترهای مشترکی را برای لیدتایم تعیین کرده بودند. در این شرکت نیز لیدتایم از ۱/۵ ماه به ۱ ماه کاهش یافت.

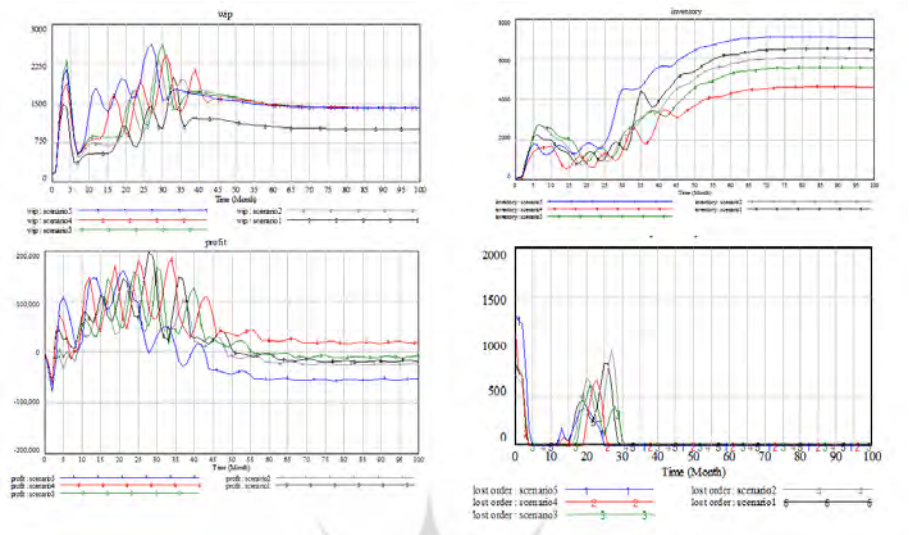
در سناریو سوم اثربخشی آموزشی شرکت در سطح پایین زنجیره تأمین، ۵۰ درصد افزایش یافت. تا بررسی کنیم که سرمایه‌گذاری در حوزه آموزش و توانمندسازی کارکنان تا چه میزان می‌تواند بر عملکرد شرکت تأثیرگذار باشد.

در سناریو چهارم زمان پردازش سفارشات ۳۰ درصد کاهش یافت و از ۱/۴ ماه به ۱ ماه کاهش یافت. انتظار بر آن بود که این کار بتواند بر موجودی تأثیر بگذارد. همچنین این کاهش می‌تواند تأخیرات را کاهش داده و در نتیجه نوسانات زنجیره تأمین را بهبود دهد.

در سناریو پنجم مدت‌زمانی که برای پوشش کمبود لازم است کاهش می‌یابد. این زمان مستقیماً بر موجودی احتیاطی تأثیرگذار است. میزان آن ۶۰ درصد کاهش‌یافته است تا اثرات آن را بر سایر متغیرها مشاهده کنیم.

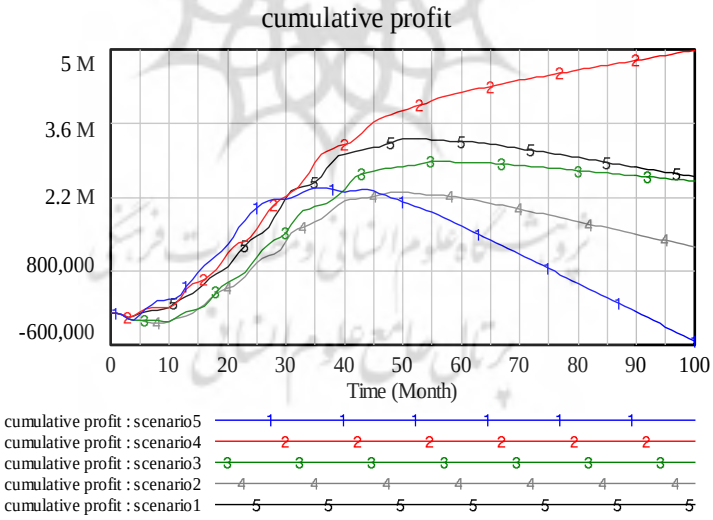
بررسی نتایج سناریوها

تأثیرات کلی سناریوها بر روی اهداف استراتژیک را موردتوجه قرار می‌دهیم. در سناریوی اول میزان لیدتایم تولید شرکت سطح پایین در زنجیره را کاهش می‌دهیم و تأثیر این اقدام را بر روی متغیرهای دیگر مشاهده می‌کنیم. همان‌طور که در شکل ۴ مشخص است سطح موجودی در شرایط سناریوی چهارم کمترین مقدار را دارد و این باعث خواهد شد کمترین میزان هزینه نگهداری موجودی، تحت شرایط سناریوی چهارم برای شرکت حاصل شود؛ کالاهای در دست ساخت تحت سناریوی پنجم کمترین مقدار را دارد؛ همچنین تحت این سناریو شرکت مشتریان کمتری را از دست می‌دهد؛ بااین‌وجود سود شرکت تحت سناریوی دوم حداکثر است؛ بنابراین اگر هدف استراتژیک نهایی شرکت سودآوری است باید سناریو و سیاست دوم توسط مدیران شرکت انتخاب شود و این در صورتی است که بتوان با سطح بالای زنجیره هماهنگی و همکاری کرد.



شکل ٤. رفتار برخی متغیرها در شرایط سناریوهای پنج‌گانه

هدف هر کسب‌وکاری درنهایت سودآوری است. در این مدل نیز همان‌طور که در نقشه استراتژی تعریف می‌شود همه‌ی اهداف به هدف استراتژیک سودآوری ختم می‌شود.



شکل ۵. رفتار متغیر سود انباشته تحت سناریوهای پنج‌گانه

شکل ۵ سودآوری انباشته شرکت تحت شرایط پنج سناریو بررسی‌شده را نشان می‌دهد. مشخص است که شرکت تحت شرایط سناریوی دوم به سودآوری انباشته‌ی صعودی در بلندمدت می‌رسد که این موضوع برای مدیران می‌تواند حائز اهمیت باشد.

تا اینجا اثرات سناریوهای مختلف بر روی برخی از متغیرهای مهم و درنهایت سودآوری شرکت را بررسی کردیم اما یکی از اهداف اصلی این پژوهش بررسی اثر سناریوهای مختلف بر روی جهت حرکت شرکت به سمت اهداف استراتژیک بود؛ بنابراین در ادامه اثر سناریوهای مختلف را بر روی اهداف استراتژیک مشخص می‌کنیم؛ به‌منظور این کار برای همه‌ی شاخص‌های کلیدی عملکردی که در نقشه استراتژی ذکر شدند و به‌عنوان متغیر وارد مدل دینامیکی شرکت شدند یک حالت پایه در نظر می‌گیریم که درواقع مقدار آن متغیر در ابتدای تدوین برنامه استراتژیک شرکت است. سپس تحت سناریوهای مختلف شبیه‌سازی را انجام می‌دهیم.

جدول ٤. تأثیر سناریوهای مختلف در حرکت به سمت اهداف استراتژیک

هدف استراتژیک	سناریو اول	سناریو دوم	سناریو سوم	سناریو چهارم	سناریو پنجم
توسعه سرمایه های انسانی	—	بدون تاثیر	+	بدون تاثیر	+
افزایش کیفیت محصول	—	بدون تاثیر	+	بدون تاثیر	+
افزایش عملکرد شرکت	—	بدون تاثیر	+	بدون تاثیر	+
کاهش زمان پردازش	بدون تاثیر	بدون تاثیر	بدون تاثیر	+	+
کاهش لیدتایم تولید	+	بدون تاثیر	بدون تاثیر	بدون تاثیر	بدون تاثیر
بهینه کردن میزان موجودی	+	+	+	+	—
افزایش درصد پاسخگویی	+	+	+	+	+
افزایش رضایت مشتریان	بدون تاثیر	بدون تاثیر	+	+	+
کاهش لیدتایم تحویل	بدون تاثیر	بدون تاثیر	بدون تاثیر	+	بدون تاثیر
افزایش درآمد	+	+	+	+	+
کاهش هزینه	+	+	+	+	—
افزایش سود	+	+	+	+	—

+ تأثیر مثبت در رسیدن به هدف استراتژیک

— تأثیر منفی در رسیدن به هدف استراتژیک

جدول شماره ۴ اثرات پنج سناریو را بر روی همه‌ی اهداف استراتژیک نشان می‌دهد. در این جدول علامت مثبت به معنای تأثیر مثبت سناریو بر روی رسیدن به هدف استراتژیک؛ علامت منفی به معنای تأثیر منفی سناریو بر روی رسیدن به هدف استراتژیک است. به‌طور مثال انتخاب سناریو و سیاست پنجم برای شرکت باعث حرکت مثبت به سمت هدف استراتژیک افزایش درصد پاسخگویی به مشتریان می‌شود و درعین‌حال باعث دورشدن از حصول به هدف استراتژیک بهینه کردن میزان موجودی خواهد شد. مدیران شرکت با استفاده از این جدول می‌توانند با توجه به محیط کسب‌وکار و واقعیت‌های زمان حاضر شرکت خود، بهترین سیاست را برای نیل حداکثری به اهداف استراتژیک انتخاب کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به دنبال راهی برای ارزیابی عملکرد متوازن یک شرکت تشکیل‌دهنده‌ی یک زنجیره دوسطحی و هم‌زمان ارزیابی میزان لارج بودن شرکت به‌صورت کیفی است. درواقع این پژوهش پارادایم‌های مدیریتی ناب بودن، چابک بودن، تاب‌آور بودن و سبز بودن را با چارچوب کارت امتیازی متوازن ادغام و ارزیابی عملکرد زنجیره تأمین لارج را متناسب با اهداف استراتژیک شرکت طراح کرده است؛ و برای رفع محدودیت‌های کارت امتیازی متوازن از متدولوژی سیستم‌های دینامیکی استفاده گردید. مدلی که این پژوهش ارائه می‌دهد می‌تواند به مدیران کمک کند هم افزایی و هم کاهی بین پارادایم‌های مختلف لارج را تحت انتخاب هر نوع استراتژی رصد کنند و بتوانند اهداف استراتژیک خود را مطابق با شرایط محیط کسب‌وکار خود تعیین نمایند.

در اجرای این پژوهش برخی از محدودیت‌ها وجود داشته است: تعیین میزان لارج بودن متغیرها به‌وسیله مصاحبه با مدیران و همچنین بررسی پیشینه‌ی پژوهش‌های انجام‌شده تعیین گردید. همچنین تعداد این متغیرها محدود است و برخی از متغیرهای لارج به علت پیچیده شدن بیش‌ازحد مدل و محدودیت سطوح در نظر گرفته‌شده، وارد مدل نشده‌اند. این پژوهش لارج بودن را در یک شرکت بررسی می‌کند نه در کل زنجیره.

به‌منظور رفع این محدودیت‌ها می‌توان در آینده پژوهش‌هایی را انجام داد: می‌توان مرزهای مدل را گسترده‌تر کرده و متغیرهای لارج بیشتری را وارد مدل کرد؛ این موضوع بر قابلیت اطمینان مدل اثر خواهد گذاشت. می‌توان سطوح زنجیره تأمین موردبررسی را بیشتر کرد و یا تعداد محصولات بیشتری را درون زنجیره در نظر گرفت که این موضوع مدل را جهان‌شمول‌تر می‌کند. همچنین می‌توان با انتخاب یک هدف کمی مناسب برای هر هدف استراتژیک علاوه بر جهت حرکت مثبت یا منفی به سمت هدف استراتژیک، میزان تحقق اهداف را نیز به‌صورت عددی مشخص نمود؛ و در پایان، می‌توان مقیاسی را برای ارزیابی میزان دقیق لارج بودن زنجیره با استفاده از مفاهیم فازی و محاسبات نرم تعیین کرد.

ORCID

Mohammad Reza Atefi **https://orcid.org/0000-0003-0285-5929**
Reza Radfar **https://orcid.org/0000-0002-3951-9905**
Ezatollah Asghari Zadeh **https://orcid.org/0000-0001-7048-9065**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

Afonso, H., & do Rosário Cabrita, M. (2015). Developing a lean supply chain performance framework in a SME: a perspective based on the balanced scorecard. *Procedia Engineering*, *131*, 270-279.

Akkermans, H., & Dellaert, N. (2005). The rediscovery of industrial dynamics: the contribution of system dynamics to supply chain management in a dynamic and fragmented world. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, *21*(3), 173-186.

Alqudah, S., Shrouf, H., Suifan, T., & Alhyari, S. (2020). A moderated mediation model of lean, agile, resilient, and green paradigms in the supply chain. *Int. J Sup. Chain. Mgt.*, *9*(4), 1-16.

Amjad, M. S., Rafique, M. Z., & Khan, M. A. (2021). Modern divulge in production optimization: an implementation framework of LARG manufacturing with Industry 4.0. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 12 No. 5, pp. 992-1016.

Arif-Uz-Zaman, K., & Ahsan, A. M. M. (2014). Lean supply chain performance measurement. International Journal of Productivity and Performance Management, 63(5), 588-612.

Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Cruz-Machado, V. (2011). A proposal of LARG supply chain management practices and a performance measurement system. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, *1*(1), 7.

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: An International Journal, Vol. 23 No. 6, pp. 1472-1499.*

Azevedo, S. G., Carvalho, H., & Machado, V. C. (2011a). The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach. *Transportation research part E: logistics and transportation review*, *47*(6), 850-871.

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.

Bouhannana, F., & Elkorchi, A. (2020, December). Trade-offs among lean, green and agile concepts in supply chain management: Literature review. In *2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)* (pp. 1-5). IEEE.

Cabral, I., Grilo, A. and Cruz-Machado, V., (2012). A decision-making model for lean, agile, resilient and green supply chain

management. *International Journal of Production Research*, *50*(17), pp.4830-4845.

Campuzano, F., & Mula, J. (2011). *Supply chain simulation: A system dynamics approach for improving performance*. Springer Science & Business Media.

Capelo, C., & Dias, J. F. (2009). A system dynamics- based simulation experiment for testing mental model and performance effects of using the balanced scorecard. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, *25*(1), 1-34.

Carvalho, H., Azevedo, S.G. and Cruz-Machado, V. (2013), "An innovative agile and resilient index for the automotive supply chain", *International Journal of Agile Systems and Management*, Vol. 6 No. 3, pp. 259-283.

Carvalho, H., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2010). Supply chain performance management: lean and green paradigms. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, *2*(3-4), 304-333.

Carvalho, H., Duarte, S. and Cruz Machado, V., (2011). Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. *International Journal of Lean Six Sigma*, *2*(2), pp.151-179.

Carvalho, H., Govindan, K., Azevedo, S. G., & Cruz-Machado, V. (2017). Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, *120*, 75-87.

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.

El-Garaihy, W. H. (2021). Analysis of supply chain operations reference (SCOR) and balanced scorecard (BSC) in measuring supply chains efficiency using DEMATEL and DEA techniques. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, Vol. 14 No. 4, pp. 680-700.*

Elzarka, S. (2020). A study on using lean, agile, resilient and green index to assess the sustainability of Egyptian FMCGs supply chains. *International Journal of Logistics Systems and Management*, *37*(2), 285-298.

Foxon, F. (2021). Evaluating modern system dynamics software for use in astrophysical simulations. *Astronomy and Computing*, *36*, 100486.

Hu, B., Leopold-Wildburger, U., & Strohhecker, J. (2017). Strategy map concepts in a balanced scorecard cockpit improve performance. *European Journal of Operational Research*, *258*(2), 664-676.

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.

Ka, Jagan Mohan Reddy, Neelakanteswara Rao Ab, and Krishnanand Lb. (2019). A review on supply chain performance measurement systems. *Procedia Manufacturing*, *30*, 40-47.

Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2021). Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, 1-38.

Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1992) 'The balanced scorecard – measures that drive performance',

Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (2004) *Strategy Maps*, Harvard Business School Press, Boston,

Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1996) "*The balanced scorecard: translating strategy into action*. Harvard Business Press.

Espejo, R., Khakbaz, S. B., & Hajiheydari, N. (2015). Proposing a basic methodology for developing balanced scorecard by system dynamics approach. *Kybernetes*, Vol. 44 No. 6/7, pp. 1049-1066.

Langroodi, R. R. P., & Amiri, M. (2016). A system dynamics modeling approach for a multi-level, multi-product, multi-region supply chain under demand uncertainty. *Expert Systems with Applications*, *51*, 231-244.

Mendoza, J. D., Mula, J., & Campuzano-Bolarin, F. (2014). Using systems dynamics to evaluate the tradeoff among supply chain aggregate production planning policies. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 34 No. 8, pp. 1055-1079.

Mittal, V. K., Sindhwani, R., Kalsariya, V., Salroo, F., Sangwan, K. S., & Singh, P. L. (2017). Adoption of integrated lean-green-agile strategies for modern manufacturing systems. *Procedia Cirp*, *61*, 463-468.

Mohammadzadeh, M., Sobhanallahi, M., & Khamseh, A. A. (2020). Closed loop supply chain mathematical modeling considering lean agile resilient and green strategies. Croatian Operational Research Review, 11(2), 177-197.

Moubed, M., Boroumandzad, Y., & Nadizadeh, A. (2021). A dynamic model for deteriorating products in a closed-loop supply chain. *Simulation Modelling Practice and Theory*, *108*, 102269.

Mutanov, G., Ziyadin, S., & Serikbekuly, A. (2020). Application of System-Dynamic Modeling to Improve Distribution Logistics Processes in the Supply Chain. *Communications-Scientific letters of the University of Zilina*, *22*(3), 29-39.

Nadimi, N., & Eshlaghi, A. T. (2021). Hybrid of System Dynamics-Agent Based Analysis of Mobile Operators Revenue The Case: Digital Service Entry of MCCI Company. *Journal of Industrial Management Studies*, *19*(60), 51-84. (In Persian)

Nielsen, E.H., Nielsen, S., Jacobsen, A. and Pedersen, L.B. (2014). Management Accounting and Business Analytics: An example of System Dynamics Modelling's use in the design of a Balanced Scorecard. *Danish Journal of Management and Business*, *78*(3 & 4), pp.31-44.

Nielsen, S. and Nielsen, E.H. (2008). System Dynamic Modelling for a Balanced Scorecard: With a Special Emphasis on Skills, Customer Base, and WIP. *Management Research News*, Vol. 31, No. 3, April, pp. 169-188

Nielsen, S. and Nielsen, E.H. (2012). Discussing feedback system thinking in relation to scenario evaluation in a balanced scorecard setup. *Production Planning & Control*, *23*(6), pp.436-451.

Nielsen, S. and Nielsen, E.H. (2013). Transcribing the balanced scorecard into system dynamics: from idea to design. *International Journal of Business and Systems Research*, *7*(1), pp.25-50.

Özbayrak, M., Papadopoulou, T. C., & Akgun, M. (2007). Systems dynamics modelling of a manufacturing supply chain system. *Simulation Modelling Practice and Theory*, *15*(10), 1338-1355.

Prasanna, M., & Vinodh, S. (2013). Lean Six Sigma in SMEs: an exploration through literature review. Journal of Engineering, Design and Technology, 11(3), 224-250.

Raut, R. D., Mangla, S. K., Narwane, V. S., Dora, M., & Liu, M. (2021). Big Data Analytics as a mediator in Lean, Agile, Resilient, and Green (LARG) practices effects on sustainable supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *145*, 102170.

Rebs, T., Brandenburg, M., & Seuring, S. (2019). System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach. *Journal of cleaner production*, *208*, 1265-1280.

Reddy, K. J. M., Rao, A. N., & Krishnanand, L. (2019). A Survey on Application of a System Dynamic Approach in Supply Chain Performance Modeling. *Mechanical Engineering for Sustainable Development*, 283-295.

Reiner, G. (2005). Customer-oriented improvement and evaluation of supply chain processes supported by simulation models. *International journal of production economics*, *96*(3), 381-395.

Ren, C., Dong, J., Ding, H., & Wang, W. (2006, December). Linking strategic objectives to operations: towards a more effective supply chain decision making. In *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference* (pp. 1422-1430). IEEE.

Ruiz-Benitez, R., López, C., & Real, J. C. (2017). Environmental benefits of lean, green and resilient supply chain management: The case of the aerospace sector. *Journal of cleaner production*, *167*, 850-862.

Sangari, M.S. and Razmi, J. (2015). Business intelligence competence, agile capabilities, and agile performance in supply chain: An empirical study. *The International Journal of Logistics Management*, *26*(2), pp.356-380.

Sharma, V., Raut, R. D., Mangla, S. K., Narkhede, B. E., Luthra, S., & Gokhale, R. (2021). A systematic literature review to integrate lean, agile, resilient, green and sustainable paradigms in the supply chain management. *Business Strategy and the Environment*, *30*(2), 1191-1212.

Singh, A.K. and Vinodh, S. (2017). Modeling and performance evaluation of agility coupled with sustainability for business planning. *Journal of Management Development*, *36*(1), pp.109-128.

Sterman, John D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modelling for a Complex World. *McGraw-Hill Higher Education ed.* New York, USA.

Suifan, T., Alazab, M., & Alhyari, S. (2019). Trade-off among lean, agile, resilient and green paradigms: an empirical study on pharmaceutical industry in Jordan using a TOPSIS-entropy method. *International Journal of Advanced Operations Management*, *11*(1-2), 69-101.

Supino, E., Barnabè, F., Giorgino, M. C., & Busco, C. (2019). Strategic scenario analysis combining dynamic balanced scorecards and statistics. International Journal of Productivity and Performance Management, 69(9), 1881-1902.

Sayyadi Tooranloo, H., Alavi, M., & Saghafi, S. (2018). Evaluating indicators of the agility of the green supply chain. Competitiveness Review: An International Business Journal incorporating Journal of Global Competitiveness, 28(5), 541-563.

Udokporo, C. K., Anosike, A., Lim, M., Nadeem, S. P., Garza-Reyes, J. A., & Ogbuka, C. P. (2020). Impact of Lean, Agile and Green (LAG) on business competitiveness: An empirical study of fast moving consumer goods businesses. *Resources, Conservation and Recycling*, *156*, 104714.

Ying, Y., 2010, December. Modeling and simulation of operational decisions in manufacturing enterprises based on SD and BSC.

In *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2010 IEEE International Conference* (pp. 1880-1884). IEEE.

Zandieh, M., Shariat, S. Y., & Tootooni, M. (2020). A new framework for dynamic sustainability balanced scorecard in order to strategic decision making in a turbulent environment. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, *12*(4), 107-135.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: عاطفی، محمدرضا.، رادفر، رضا.، اصغری زاده، عزت‌الله. (۱۴۰۰). ارائه مدلی دینامیکی برای ارزیابی عملکرد متوازن یک زنجیره تأمین، *فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۰(۶۴)، ۶۳-۹۳.

DOI: 10.22054/JIMS.2022.55469.2632

Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی