Journal of Executive Management
Volume 14. Issue 28. Autumn and winter, 2021. Pages 409 to 431.

Research Paper

Design System Dynamics Model of Drug Supply Chain Resilience: A Case Study on Barakat Pharmaceutical Company

Mohammad Hamzelou[1], Mansour Momeni[*2], Hanan Amoozad Mahdiraji[3]

[1] PhD student, Kish International Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.
[2] Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

10.22080/jem.2022.20158.3397

Received:
November 5, 2020
Accepted:
May 15, 2021
Available online:
December 27, 2022

Keywords:
Resilience, Drug Supply Chain, Supply Chain Vulnerability, Risk, System Dynamics, Drug Industry

Abstract

Since Iran is under sanctions for political and economic reasons and instability caused by them, high uncertainty is caused by many modern drug supply chain network parameters. Hence, this study is an attempt to present a dynamic model of the resilient drug supply chain system, considering economic, political, and logistical risks. The model presentation process in this research is done in three stages. Based on the results of a library study on the theoretical foundations and research background, resilience indicators in the supply chain are extracted in the first stage. In the second stage, the resilient model is extracted in the supply chain of the mentioned industry. After performing the necessary analyses, it is modeled, and finally, using a case study, the desired outputs and strategies are obtained. This study shows that to achieve the highest level of chain resilience, the best decision is to implement three investment strategies, human capital development and accelerating the completion of the projects based on prioritization simultaneously.

*Corresponding Author: Mansour Momeni
Address: Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran
Email: mmomeni@ut.ac.ir

Volume 14. Issue 28. Autumn and winter, 2021. Pages 409 to 431.

Extended abstract

1. Introduction

Nowadays, competition is considered one of the most important factors in the development of industry, and the pharmaceutical industry is not an exception in this regard (Adobor & McMullen, 2018). The importance of competition in this sector is so high that governments try to balance it with economic growth. In addition to the competition, high drug prices can be a factor that always threatens medical services and challenges low-income patients. The high cost of drug production and its continued increase is considered a worldwide concern. Thus, a drug chain management system is required (Yousefi and Alibabaei, 2015). Given the supply characteristics, storage and distribution of drugs is important because most people who receive medical services are living in villages and are deprived of medical services due to distance and additional costs. Thus, they are not able to go to urban centers to receive services. Moreover, due to effective procurement, provision, and distribution of services and drugs, poor people's access to drugs is possible. Thus, irrational referral of a large part of the population to other specialized centers is not necessary (Esmaeillou et al., 2017). Given what was stated above, this study is an attempt to present a model of System Dynamics (SD) in the drug resilience supply chain, considering economic, political and logistical risks to achieve the highest resilience of the chain.

2. Methodology

This study intends to guide supply chain members in identifying potential sources of risk by identifying indicators that affect the pharmaceutical supply chain through providing a model in this respect and implementing appropriate strategies through a coordinated approach to reduce the supply chain vulnerability. Hence, it helps them achieve the upper hand in the competition and satisfy the customer needs. In this research, considering the economic, political, and logistics risks, the process of presenting a system dynamics model in the pharmaceutical supply chain was done in three stages. In the first step, the supply chains indicators were derived from desk research results based on the theoretical foundations and research background. Then, we derived the conceptual model of pharmaceutical industry specialists from the pharmaceutical supply chain and analyzed the results. The third step eventually yielded a system dynamics model for the pharmaceutical supply chain system. The suggested system dynamics method was selected to study the changes over time and observe the variables' effect on the target and other variables. The system dynamics included causal mapping and the development of computer simulations to understand the system behavior. Finally, scenario options were tested systematically to answer a set of 'what-if' questions.

3. Findings and Results

The results suggest that in the first scenario, by making the desired changes (investment budget allocation) following the events in the model, the level of cash resources and the level of chain agility reached the second place, the level of cooperation between the actors and the level of risk management culture reached the third place, the level of innovative methods of payment reached the second

place, and the level of diverse/alternative sources of supply/exports reached the first place among the other scenarios. This shows that increasing the capital alone cannot be the best strategy. The results show that investment has a positive effect on variables affecting resilience, including agility, financial resources, risk management, and cooperation among actors. Still, as stated in the results in Figure 15, investment alone is not the best scenario to increase the resilience. According to Figure 15, in the second scenario, it was shown that this scenario (human capital development) alone is the weakest scenario, which means that with the development of human capital, without determining the other strategies, the level of agility, financial resources, risk management, and cooperation increases among the actors at the lowest level, and this results in little change in the supply chain resilience. Figure 15 shows that Scenario 3 gives the best values for the variables of agility, financial resources, risk management, cooperation among actors, and innovative payment methods. These results show that combining these three strategies (investment, human capital development, and accelerating the completion of ongoing projects) can achieve the best state for chain resilience.

Finally, the results of Scenario 4 show that when the four strategies of increasing synergy and intra-group partnerships, in addition to the investment, human capital development, and accelerating the completion of ongoing projects based on prioritization are implemented simultaneously, the level of agility and other variables is reduced. These reductions indicate lower resilience compared to Scenario 3 because focusing on more strategies lowers the quality of execution of other strategies, and reducing this quality of execution reduces the values of agility, financial resources, risk management, cooperation among actors, innovative payment methods, diverse/alternative sources of supply and exports, and finally chain resilience.

4. Conclusion

These results show that to achieve the highest level of chain resilience, the best decision is to implement investment strategies, develop human capital, and accelerate the completion of ongoing projects based on prioritization simultaneously. Thus, this study shows that among the strategies defined for the future plans of Pharmaceutical Group, if the company's goal is to increase the supply chain resilience, it should implement these three strategies. None of the previous studies has examined the dynamics of system in the resilient supply chain, considering economic, political and logistical risks. Hence, it can be stated that the integrated results of this study have not been mentioned in any of the previous studies and this research has provided a unique review. If the future studies consider safety issues such as road safety and its effects, such as reducing delivery time and economic, political and logistical risks, the results will be closer to reality. In addition, if the environmental risks are considered, given the current critical situation of pollution in the world, these studies will be examined more comprehensively. Also, future studies can focus on ways to increase understanding and ultimately adopting these strategies. Also, it is possible practically to examine the strategies and methods of using it.

References

Adobor, H., & McMullen, R. S. (2018). Supply chain resilience: a dynamic and multidimensional approach. *The International Journal of Logistics Management*, 29(4), 1451-1471

Esmaeillou, Y., Asl, I. M., Tabibi, S. J., & majid Cheraghali, A. (2017). Identifying factors affecting the pharmaceutical supply chain management in Iran. *Galen Medical Journal*, 6(4), 346-355.

Yousefi, N., & Alibabaei, A. (2015). Information flow in the pharmaceutical supply chain. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 14(4), 1299.

پژوهشنامه مدیریت اجرایی
Journal of Executive Management
دوره ۱۴. شماره ۲۸. پاییز و زمستان ۱۴۰۰. صفحات ۴۰۹ تا ۴۳۱.

علمی پژوهشی

ارائه مدل پویایی سیستم زنجیره‌تامین تاب‌آور دارو (شاهد تجربی: شرکت دارویی برکت)

محمد حمزه لو [۱]، منصور مومنی [۲*]، حنان عموزاد مهدیرجی [۳]

[۱] دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، پردیس بین¬المللی کیش دانشگاه تهران، ایران
[۲] استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳] استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

10.22080/jem.2022.20158.3397

تاریخ دریافت:
۱۵ آبان ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش:
۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۰
تاریخ انتشار:
۶ دی ۱۴۰۱

کلیدواژه ها:
تاب‌آوری، زنجیره تأمین دارو، آسیب‌پذیری زنجیره تأمین، ریسک، پویایی سیستم، صنعت دارو

چکیده

با توجه به تحریم‌های ظالمانه علیه ایران، و بی‌ثباتی‌های ناشی از آن، عدم اطمینان زیادی در بسیاری از پارامترهای شبکه زنجیره‌تأمین مدرن دارو ایجاد می‌شود. این پژوهش به دنبال ارائه مدل پویایی سیستم زنجیره تامین تاب‌آور دارو، با در نظر گرفتن ریسک‌های اقتصادی، سیاسی و لجستیکی می‌باشد. فرایند ارائه مدل در این پژوهش طی سه مرحله انجام می‌گیرد؛ در مرحله اول براساس نتایج مطالعه کتابخانه‌ای در خصوص مبانی نظری و پیشینه پژوهش، شاخص‌های تاب‌آوری در زنجیره تأمین استخراج می‌شود. در مرحله دوم مدل تاب‌آور در زنجیره‌تأمین صنعت مذکور پس از انجام تحلیل‌های لازم توسعه می‌یابد و در نهایت با استفاده از مطالعه موردی به خروجی‌ها و استراتژی‌های مورد نظر خواهیم رسید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برای رسیدن به بالاترین میزان تاب‌آوری زنجیره، بهترین تصمیم اجرای همزمان سه استراتژی سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه‌های در دست اجرا بر اساس اولویت بندی می‌باشد.

* **نویسنده مسئول:** منصور مومنی
آدرس: استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
ایمیل: mmomeni@ut.ac.ir

۱ مقدمه

با توجه به ویژگی‌های زنجیره تامین، ذخیره و توزیع در زنجیره تامین دارو حائز اهمیت است زیرا اولاً اکثریت قریب به اتفاق افرادی که خدمات درمانی دریافت می‌کنند ساکن شهرها و روستاها هستند و به دلیل مسافت طولانی و همچنین هزینه‌های اضافی از خدمات پزشکی محروم هستند. بنابراین، آنها قادر به مراجعه به مراکز شهری برای دریافت خدمات نیستند که این مورد باعث افزایش بار مالی و اقتصادی بر روی شبکه توزیع دارو خواهد شد. ثانیا به خاطر تدارکات موثر، تهیه و توزیع خدمات و داروهای منظم، دسترسی به داروها توسط فقرا امکان‌پذیر است. بنابراین، مراجعه غیرمنطقی بخش بزرگی از جمعیت به مراکز تخصصی دیگر لازم نیست (اسماعیل‌لو و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به اهمیت این موارد این تحقیق به ارائه مدل پویایی سیستم در زنجیره تامین تاب آور دارو با در نظر گرفتن ریسکهای اقتصادی، سیاسی و لجیستیکی برای رسیدن به بالاترین میزان تاب‌آوری زنجیره، می‌پردازد.

با توجه به مطالب ذکر شده در بالا، این پژوهش بر آن است تا با شناسایي شاخص‌های تاثیرگذار بر زنجیره تأمین دارو و ارائه مدلی در این زمینه، چراغ راه اعضاي زنجیره تأمین در شناسایی منابع بالقوه ریسک بوده و راهنمایی جهت پیاده‌سازی استراتژی‌های مناسب از طریق یک رویکرد هماهنگ در میان اعضای زنجیره به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری زنجیره تأمین باشد؛ و از این طریق آن‌ها را در دستیابي به قدرت رقابتي بالاتر و رضایت هرچه بیشتر مشتریان خود، یاری نماید. فرایند ارائه مدل پویایی سیستم در زنجیره تأمین دارو با در نظر گرفتن ریسک‌های اقتصادی، سیاسی و لجیستیکی در این پژوهش طی سه مرحله انجام می‌گیرد؛ در مرحله اول براساس نتایج مطالعه کتابخانه‌ای در خصوص مبانی نظری و پیشینه پژوهش، شاخص‌های تاثیرگذار بر زنجیره تأمین استخراج می‌شود. مرحله دوم با توجه به شاخص‌های تاثیرگذاری که در مرحله اول بدست آمدند، مدل اولیه با توجه به نظر خبرگان صنعت دارو از زنجیره تأمین دارو ساخته می‌شود. در مرحله سوم نیز مدل پویایی سیستم در زنجیره تأمین استخراج می‌شود. خروجی نهایی مرحله سوم، یک مدل پویایی سیستم زنجیره تأمین دارو خواهد بود. دلیل انتخاب روش پویایی سیستم در این پروژه این است که بتوان در طول زمان تغییرات را مورد بررسی قرار داد و همچنین بتوان تاثیر متغیرها کمکی را بر متغیرهای حالت مشاهده کرد. در آخر گزینه های سناریو به صورت سیستماتیک مورد آزمایش قرار می‌گیرند تا به سؤالات "چه- اگر" پاسخ دهند.

ساختار این مقاله این گونه است که، در بخش ۲ مطالعات پیشین بررسی شده و متغیرهای موثر بر مدل استخراج می‌شود. سپس در بخش ۳ به بررسی روش تحقیق و سیستم پویا پرداخته می‌شود، در بخش ۴ مطالعه موردی ارائه می‌گردد و طراحی و ارزیابی مدل پویایی سیستم انجام می‌گردد. بخش ۵ بیانگر پیشنهادات کاربردی و مدیریتی می‌باشد. در نهایت در بخش ۶ به نتیجه گیری از تحقیق می‌پردازیم.

۲ پیشینه تحقیق

با توجه به نقش برجسته دارو در بهداشت و درمان بیماران، اهمیت نقش زنجیره تامین دارو در این سیستم امری مشخص است که با سهل‌انگاری در آن این سیستم دچار نقص است. زنجیره تامین دارو از سه بخش اصلی تشکیل شده است:

- تولید دارو: در این بخش شامل مراحل کسب موافقت قانونی (جهت کسب اجازه برای فروش دارو در بازار) تحقیق و توسعه

اولیه، و همچنین تجاری‌سازی دارو می‌باشد (تاکر[1] و همکاران، ۲۰۲۰).

- توزیع دارو: حمل‌ونقل و انتقال دارو از تولیدکنندگان یا واردکنندگان به خرده‌فروشان را توزیع دارو می‌نامند. داروخانه‌ها و بیمارستان‌ها خرده‌فروشان زنجیره تامین می‌باشند. از مباحث پیچیده این بخش می‌توان از مکان جغرافیایی تولیدکنندگان، واردکنندگان و همچنین مصرف‌کنندگان نهایی نام برد. همچنین زنجیره‌تامین سرد داروهایی عرضه میشوند که نگهداری آنها در دمای معمولی امکانپذیر نیست که این مورد خود از پیچیدگی‌های این بخش است.
- فروش دارو به مشتری نهایی: تحویل دارو در زمان و مکان مناسب و با کیفیت مناسب از مهمترین بخش‌های زنجیره است (تاکر و همکاران، ۲۰۲۰). از طرفی در بازارهای نامعین و متلاطم، آسیب‌پذیری زنجیره تامین برای بسیاری از شرکت‌ها اهمیت بسیاری یافته‌است. در حالی که زنجیره‌های تامین به عنوان نتیجه منبع‌یابی جهانی پیچیده‌تر می‌شوند و ریسک زنجیره تامین افزایش می‌یابد. چالش در کسب‌وکار امروزی مدیریت و کاهش این ریسک از طریق ایجاد زنجیره‌های تامین چابک است (پرست[2] و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به این تعاریف به بررسی مطالعات پیشین در این زمینه‌ها پرداخته می‌شود.

۲،۱ زنجیره تامین تاب آور دارو

در مقاله لی[3] و همکاران (۲۰۲۰) بیان می‌شود که بررسی ویژگی‌های شبکه می‌تواند به درک بهتری از مقاومت زنجیره تأمین منجر شود. تاکر و همکاران (۲۰۲۰) مدل‌های طراحی زنجیره تامین جدیدی را توسعه می‌دهند که اختلالات و بازیابی را در طول زمان مورد توجه قرار می‌دهند. در تحقیق لوزانو دیز[4] و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه موردی با بهینه‌سازی anyLogistix و نرم‌افزار شبیه‌سازی حل می‌شود. مقاله گولان[5] و همکاران (۲۰۲۰) ادبیات انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را بررسی می‌کند که بر مدل‌سازی و کمی‌سازی انعطاف‌پذیری متمرکز است و زنجیره تامین را به شبکه‌های دیگر از جمله حمل‌ونقل و فرماندهی و کنترل متصل می‌کند. همچنین مقاله توردسیلا[6] و همکاران (۲۰۲۰) تاریخچه موجود در مورد استفاده از روش‌های شبیه سازی بهینه سازی در طراحی زنجیره تامین انعطاف پذیر را مورد بررسی قرار می‌دهد. مطالعه یارسون[7] و همکاران (۲۰۱۹) ادعا می‌کند که استراتژی‌های انعطاف‌پذیر، پویا هستند و کاربرد آن‌ها در زنجیره‌های تامین تفاوت دارد. در مقاله مانیکاندان و ساندارکانی[8] (۲۰۱۹) در قالب یک مطالعه موردی به بررسی استراتژی زنجیره تامین شرکت SUN Pharma و استراتژی خرید Ranbaxy می‌پردازد. مقاله چن[9] و همکاران (۲۰۱۹) یک زنجیره عرضه دارویی متشکل از یک تولیدکننده داروسازی و یک داروخانه را در نظر می‌گیرد. مقاله پرست و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی رابطه بین مدیریت ریسک اختلال زنجیره تامین و مدیریت نوآوری می‌پردازد و بررسی می‌کند که آیا سرمایه‌گذاری یک شرکت در نوآوری می‌تواند تاب‌آوری شرکت را در مقابل ختلال بهبود بخشد یا خیر. ایوانف[10] و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله خود به مدیریت ریسک در زنجیره تامین می پردازند.

[1] Tucker
[2] Parast
[3] Li
[4] Lozano Díez
[5] Golan
[6] Tordecilla
[7] Yaroson
[8] Manikandan & Sundarakani
[9] Chen
[10] Ivanov

هدف از تحقیق دونادونی[1] و همکاران (۲۰۱۹) پیشبرد درک نظری و مدیریتی حول مدیریت اختلال زنجیره تامین است.

۲،۲ پویایی سیستم در زنجیره تامین تاب آور

هدف از مقاله آدوبور و مک مولن[2] (۲۰۱۸) ارائه یک چارچوب مفهومی در انواع تاب‌آور شبکه زنجیره تامین است. این پژوهش به بررسی فرضیه مقدار بهینه متغیرهای تاثیرگذار بر زنجیره تامین تاب‌آور می‌پردازد. تحقیق بنو-سولانو و کامپوس[3] (۲۰۱۴) یک مدل دینامیکی سیستم را به عنوان یک رویکرد مؤثر برای تجزیه و تحلیل اثرات ساده سازی و انتشار همزمان موانع ناشی از اعمال تروریستی بر عملکرد زنجیره تامین جهانی ارائه می‌دهد. این مطالعه به بررسی تاثیرگذاری مقدار بهینه سطح همکاری بین بازیکنان، سطح فرهنگ مدیریت ریسک، سطح چابکی زنجیره و منابع نقدی با استفاده از پویایی سیستم پرداخته است.

برخی از محققین نیز به بررسی این سیستم در بخش دارو و خدمات پزشکی پرداخته اند. همچنین مطالعات بسیاری در زمینه زنجیره تامین تاب آور با استفاده از مدل های ریاضی انجام پذیرفته است. ملاحظه گردید که از طرفی تحقیقات بسیار محدودی در حوزه پویایی سیستم در بخش زنجیره تامین تاب‌آور انجام گرفته و از طرف دیگر پویایی سیستم در بخش زنجیره تامین تاب‌آور دارو جایگاهی نداشته است، حال آنکه، در این تحقیق به ارائه مدل تلفیقی پویایی سیستم زنجیره تامین تاب آور دارو پرداخته شده است. در این مطالعه با در نظر گرفتن ریسک های اقتصادی، سیاسی و لجیستیکی، طراحی مدل صورت می‌پذیردکه نشان‌دهنده وجود نوآوری است.

۳ روش شناسی

در اینجا در رابطه با روش تحقیق، شیوه جمع‌آوری اطلاعات، همچنین ابزار آن و در نهایت روش تجزیه و تحلیل مورد استفاده بحث خواهد شد. این تحقیق از نوع کاربردی است. همچنین پژوهش پیش‌رو از نظر تحلیل اطلاعات، از نوع کمی- توصیفی است. در این پژوهش، با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و داده های عینی و واقعی شرکت‌های هدف، به مورد بررسی قرار گرفته است. برای رسیدن به پاسخ سوالات تحقیق، با استفاده از رویکرد پویایی سیستم به بررسی و تجزیه تحلیل داده‌ها پرداخته می شود.

- فرضیه پویا: ایجاد یک فرضیه اولیه مبتنی بر نظریه‌های فعلی رفتار مساله‌ساز؛ تدوین یک فرضیه دینامیک از چگونگی دینامیک مساله ایجاد شده از ساختار بازخورد؛ نقشه یک ساختار علی بر مبنای ورودی‌های مرحله اول.
- فرمول‌بندی و تدوین مدل شبیه سازی: ایجاد یک مدل شبیه‌سازی به منظور آزمایش فرضیه پویا شامل: مشخصات ساختار و قوانین تصمیم‌گیری برآورد پارامترها، روابط رفتاری و شرایط اولیه آزمایش‌ها برای سازگاری با هدف و مرز.
- تست اعتبارسنجی؛ "آیا مدل رفتار مساله را به اندازه کافی برای هدف ارائه می‌کند؟"
- طراحی گزینه‌های بهبود سیستم و ارزیابی آن: ویژگی‌های سناریو، چگونه می توان سیاست‌های جدید را طراحی کرد؛ "چه می‌شد اگر" تجزیه و تحلیل سیاست؛ تحلیل حساسیت سیاست پیشنهادی؛ بررسی می‌شود که آیا هیچ تعاملی از سیاست‌هایی وجود دارد که ممکن است منجر به تاثیرات همکوشی باشد (لئسون[4]، ۲۰۰۹).

[1] Donadoni
[2] Adobor & McMullen
[3] Solano & Campos
[4] Linnéusson

گروه دارویی برکت (سهامي عام) با بیش از ۲۰ شرکت تابعه که در سال ۱۳۸۹ تاسیس گردیده است به عنوان قلمرو مکانی تحقیق در نظر گرفته شده است. برای اجرای مدل تحقیق از داده‌های واقعی که در بازه زمانی سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۸ در سیستم گروه دارویی برکت ثبت شده بودند، مورد استفاده قرار گرفته است. قلمروی موضوعی تحقیق، مدلسازی زنجیره تامین تاب آور دارو با در نظر گرفتن ریسک‌های اقتصادی، سیاسی و لجیستیکی می‌باشد. برای این کار مراحل پایین انجام می گیرد: در مرحله اول برای شناسایی عوامل تأثیرگذار بر زنجیره تامین تاب‌آور دارو با در نظر گرفتن ریسکهای اقتصادی، سیاسی و لجیستیکی، از داده‌های کتابخانه‌ای و اطلاعات خبرگان این رشته استفاده می‌شود. سپس در گام بعد، ارتباط میان این عوامل و تاثیرشان با توجه به مثبت و منفی بودن، مورد بررسی می‌گردد. پس از تائید نهایی تاثیرات تعیین شده توسط خبرگان، اطلاعات حاصل، جهت بررسی و تحلیل در نرم افزار ونسیم[1] پیاده سازی می‌گردد. با استفاده از این نرم افزار، نتایج مدل بیان خواهند شد که می‌تواند برای تمامی زنجیره‌های تامین در راستای شناسایی عوامل مؤثر بر این سیستم‌ها و بهینه سازی آن‌ها، مورد استفاده قرار گیرد و با بکارگیری آن بتوانند سعی در بهینه‌سازی و افزایش کارایی سیستم و منابع خود داشته باشند.

۴ یافته‌ها

در ادامه به بررسی نتایج بدست آمده از مدل طراحی شده می‌پردازیم. قبل از ورود به مرحله نتایج، ابتدا فرضیه و ساختار مدل به تفضیل شرح داده خواهند شد.

- **تدوین فرضیه پویا**

داشتن یک فرضیه دینامیک خوب شناخته‌شده به این معنی است که اطلاعات کافی برای شروع طراحی سیستم، به معادلات سطح و نرخ نیاز داریم. سپس فرد می‌تواند به مرحله بعدی فرآیند مدل‌سازی جهت‌دهی بهتری نماید (پروت[2]، ۲۰۱۳). پس از گفتگو با خبرگان و با بررسی تحقیقات پیشین، مشخص شد که برخی از معیارها تاثیرگذارترند و برخی دیگر با توجه به تاثیرات مشابه، در راستای ساده سازی مدل حذف گردید. در این تحقیق سه فرضیه اساسی تعریف می‌گردد:

۱) **فرضیه اول:** با طراحی مدل پویایی سیستم می‌توان مقدار بهینه متغیرهای تاثیرگذار بر زنجیره تامین تاب آور دارو را شناسایی کرد.

۲) **فرضیه دوم:** با طراحی مدل پویایی سیستم می‌توان مقدار بهینه سطح همکاری بین بازیکنان، سطح فرهنگ مدیریت ریسک، سطح چابکی زنجیره و منابع نقدی را شناسایی کرد.

۳) **فرضیه سوم:** با طراحی مدل پویایی سیستم می‌توان مسیر مناسب را از نظر زنجیره تامین تاب‌آور دارو شناسایی کرد.

- **ساختار مدل**
- **تعیین مرز مدل**

یکی از اساسی‌ترین مفاهیم مدل‌سازی تعیین مرز مدل و محدود کردن آن در یک منطقه خاص جهت تحلیل و برنامه‌ریزی است. فاکتورهای تاثیرگذار و تاثیر پذیر بر یکدیگر در این منطقه قرار می‌گیرند و فاکتورهایی که تاثیر می‌گذارند اما تاثیر قابل توجهی نمی‌پذیرند، در خارج از مرز سیستم قرار می‌گیرند و فاکتورهای دیگر که نه تاثیر قابل ملاحظه‌ای می‌گذارند و نه می پذیرند از مدل حذف می‌گردند. (مولرز[3] و همکاران، ۲۰۱۹). جدول ۱ متغیرهای کلیدی که براساس داده‌های ثبت شده موجود در شرکت

[1] Vensim
[2] Pruyt
[3] Moellers

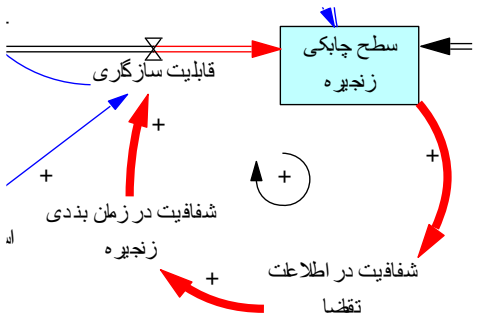
دارویی برکت در مدلسازی مسئله تحقیق را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که در ستون وضعیت متغییر منظور از درونزا بودن یعنی اینکه این متغییرها خود از متغییرهای دیگر تاثیر میپذیرند و همچنین منظور از متغییرها برونزا یعنی اینکه این متغییرها مرز مدل می‌باشند و خود از متغییرهای دیگری تاثیر نمی‌پذیرند.

جدول ۱ متغیرهای کلیدی تاثیر گذار بر زنجیره تامین تاب آور دارو

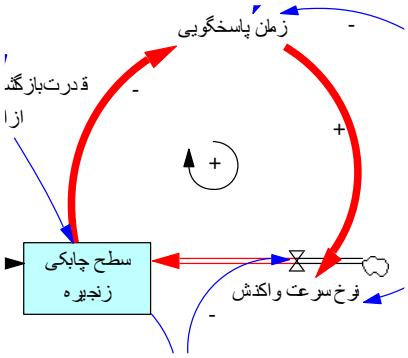
ردیف	شاخص	وضعیت متغیر	ردیف	شاخص	وضعیت متغیر
۱	نرخ سرعت واکنش	درونزا	۲۴	شفافیت در زمانبندی زنجیره	درونزا
۲	زمان پاسخگویی	درونزا	۲۵	سطح فرهنگ مدیریت ریسک	درونزا
۳	سطح چابکی زنجیره	درونزا	۲۶	مهارت اعضا	برونزا
۴	برنامه‌ریزی مشترک	درونزا	۲۷	انعطاف‌پذیری در تامین، تولید و توزیع	درونزا
۵	سطح همکاری میان بازیگران	درونزا	۲۸	توانایی بازگشت به حالت قبل	درونزا
۶	فناوری اطلاعات موجود بین بازیگران	درونزا	۲۹	روابط بین اعضای زنجیره	درونزا
۷	به اشتراک‌گذاری اطلاعات	درونزا	۳۰	علاقه به عضویت در زنجیره	درونزا
۸	ایجاد فرهنگ صداقت و راستی	درونزا	۳۱	رویت‌پذیری	برونزا
۹	مدیریت روابط اعضا (نحوه تامل)	درونزا	۳۲	مقررات بیمه	درونزا
۱۰	اعتماد میان بازیگران	درونزا	۳۳	تعهد به اجرای قرارداد	برونزا
۱۱	تاسیس تیم مدیریت ریسک	درونزا	۳۴	اولویت‌بندی استفاده از منابع مالی	درونزا
۱۲	قابلیت سازگاری	درونزا	۳۵	منابع نقدی	درونزا
۱۳	قدرت پاسخگویی به اختلال	درونزا	۳۶	تامین سرمایه	درونزا
۱۴	شناخت و درک زنجیره	درونزا	۳۷	انجام هماهنگ فعالیتها	درونزا
۱۵	دانش فنی مرتبط با زنجیره	درونزا	۳۸	گردش و انتقال مناسب اطلاعات	درونزا
۱۶	ساختار	درونزا	۳۹	هناهنگی تصمیم	درونزا
۱۷	مدیریت یکپارچه منابع مالی	درونزا	۴۰	تسهیم مهارت و تجربه	درونزا
۱۸	شفافیت در اطلاعات مربوط به تقاضا	درونزا	۴۱	منابع تامین و صادرات متنوع/جایگزین	درونزا
۱۹	دسترسی به اطلاعات مالی (بودجه‌بندی)	درونزا	۴۲	شیوه های ابداعی پرداخت	درونزا
۲۰	شفافیت در زمانبندی	درونزا	۴۳	نرخ دسترسی به منابع انسانی متخصص	برونزا
۲۱	قوانین دولتی	برونزا	۴۴	تنوع شبکه تامین و صادرات	درونزا
۲۲	دانش تکنیکی مربوط به نیروی انسانی	برونزا	۴۵	نرخ تسلط به شرایط سخت رقابت و خصومت	درونزا
۲۳	استراتژی تامین و توزیع	درونی	۴۶	نرخ پیش بینی موانع جدید پرداخت	درونی

- **حلقه های مدل تحقیق**

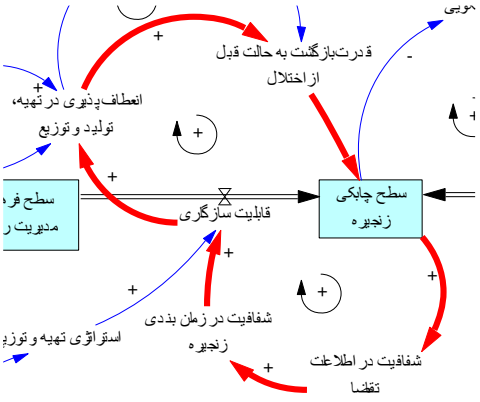
تمامی مولفه‌های تحقیق که در جدول ۱ به آنها اشاره شده بود، برای ترسیم حلقه‌های بازخورد مورد استفاده قرار خواهند گرفت. روابط بین این متغیرها با توجه به ورودی و خروجی بودن هر یک از آنها تعیین شده و با استفاده از نمودار حالت-جریان نشان داده شده است و در انتها به اعتبارسنجی مدل حاصل از طریق ابزارهای ذکر شده در گام آتی، پرداخته شده است. تفکر حلقه بازخورد که بر شناسایی حلقه‌های تقویت‌کننده در سیستم و حلقه‌های متعادل کننده که رشد را محدود می‌کنند، تمرکز دارد. در این تحقیق از روش علت و معلولی و در نهایت تبدیل آن به نمودار حالت-جریان برای مدلسازی و نشان دادن روابط بین فاکتورهای تاثیر گذار، استفاده شده است. همانگونه که قبلا اشاره شد، عوامل ارائه شده در جدول ۱ مورد بررسی قرار گرفته و روابط علت و معلولی و در نهایت نمودار جریان متغیرهای حالت، کمکی و نرخ تعیین شده است که از این بین ۶ حلقه مهم مدل در شکل ۱، نشان داده شده است.



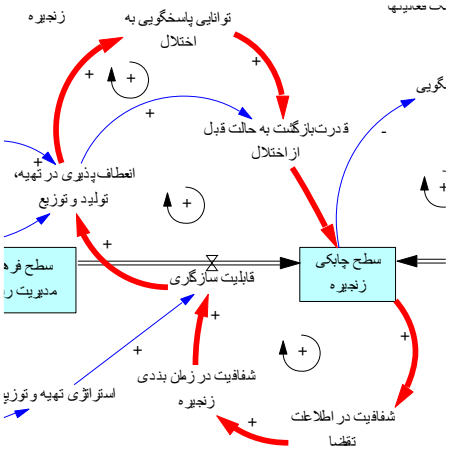
حلقه ۱



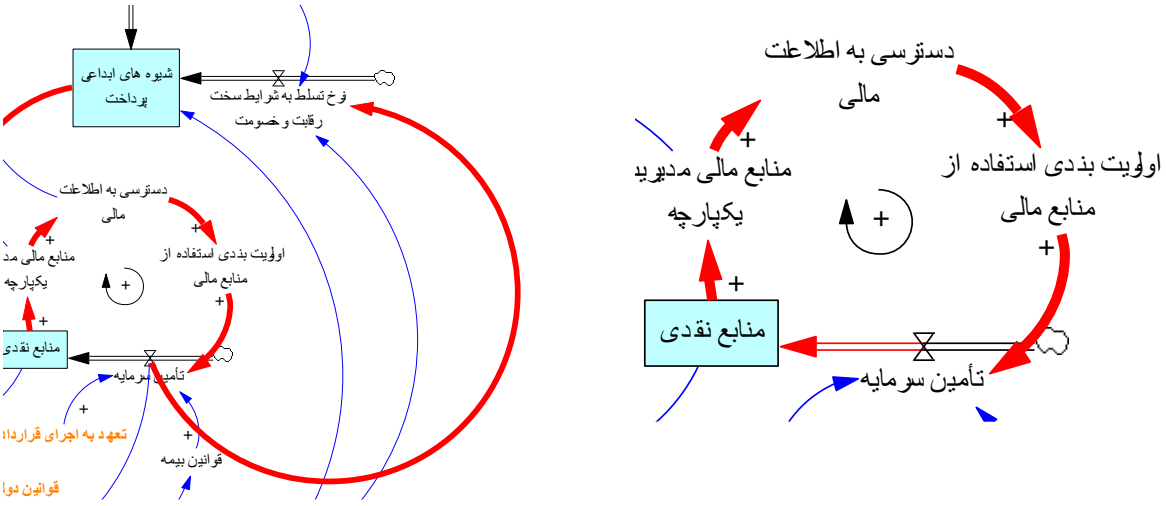
حلقه ۲



حلقه ۳



حلقه ۴



۱. حلقه ۵ حلقه ۶

شکل ۱ حلقه های مهم مدل

ابتدا حلقه ۴ که کامل‌ترین حلقه می‌باشد توضیح داده می‌شود. این حلقه، حلقه‌های ۱ و ۳ را نیز پوشش می‌دهد. براساس پژوهش نصراللهی و همکاران (۱۳۹۵) با افزایش سطح چابکی زنجیره و به دلیل نیاز به تشریک اطلاعات، نیاز به شفافیت بالای اطلاعات می‌باشد، لذا با بالا رفتن چابکی شفافیت اطلاعات نیز افزایش می‌یابد. راسل و سوانسون[1] (۲۰۱۹) بیان می‌دارند که با افزایش شفافیت اطلاعات، شفافیت در زمان بندی زنجیره نیز بالا می‌رود و این مورد به این دلیل است که با اطلاع از وضعیت عملیاتی هر عضو زنجیره، اعضای دیگر نیز بهتر می‌توانند برنامه‌های خود را بروز کنند و این موارد خود به اطلاع دیگر اعضا رسیده و در نهایت شفافیت زمانبندی افزایش می‌یابد. هرچه این شفافیت بیشتر باشد اعضا قابلیت سازگاری بیشتری دارند، به این دلیل که با دانستن زمان فعالیت‌های فرآیند، بهتر می‌توانند زمان انجام وظایف خود را هماهنگ کرده و خود را سازگار نمایند.

حلقه ۲ نشان می‌دهد که بر اساس تحقیقات سیلوا[2] و همکاران (۲۰۱۸) هر چه سطح چابکی سیستم بالاتر باشد زمان پاسخگویی نیز سرعت می‌گیرد و با این افزایش، نرخ سرعت واکنش نیز افزایش می‌یابد. با توجه به نظرات جیا[3] و همکاران (۲۰۲۰) مدیریت یکپارچه منابع مالی با افزایش منابع نقدی افزایش می‌یابد و دلیل آن در دسترس بودن منبع مالی مورد نیاز است. هرچه مدیریت یکپارچه قوی‌تر باشد -که این امر به دلیل افزایش منابع مالی می‌باشد- به دلیل بهبود سیستم، دسترسی به اطلاعات مالی نیز افزایش می‌یابد. و هر چه این دسترسی بالاتر باشد، اولویت بندی استفاده از منابع مالی نیز آسان‌تر است زیرا با افزایش اطلاعات، اهمیت استفاده در هر موضوع شفاف‌تر می‌شود. که این نتایج در حلقه ۵ نشان داده شده است.

- **افق زمانی مدلسازی**

از آنجا که افق زمانی مناسب، نقشی اساسی در نتایج خروجی پویایی سیستم داشته و با در نظر گرفتن زمان مناسب، محقق به نتایج حقیقی‌تری دست خواهد یافت و بنا بر گفته‌های گری (۲۰۰۵) در حالت عادی با اینکه اثرات حلقه‌های یادگیرنده و

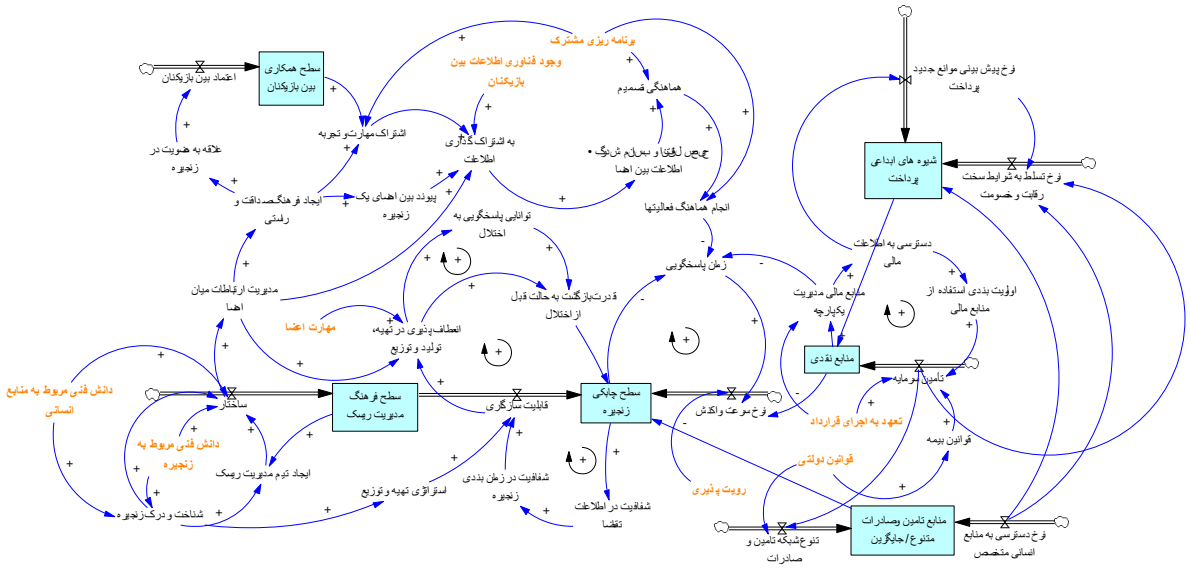
[1] Russell & Swanson
[2] Silva
[3] Jia

بازخوردی کوتاه مدت نیستند، افق زمانی حلقه‌های علت و معلولی کوتاه مدت هستند. با در نظر گرفتن این مهم ایجاد تعادل بین این دو بخش حیاتی است. گری بیان می‌دارد که معمولا یک بازه 3 تا 5 ساله برای بررسی نتایج، معقول می باشد (بخشیان‌لموکی، ۲۰۲۰). لذا با توجه به نظر کارشناسان چابکی زنجیره تامین افق زمانی ۶۰ ماهه یعنی ۵ سال (دوره زمانی آتی از ابتدای سال ۱۳۹۹ الی ۱۴۰۳ می‌باشد) در نظر گرفته شده است تا زمان کافی برای عملکرد بازخوردها وجود داشته باشد.

- **روابط علت و معلولی و نمودار جریان**

دوره شبیه‌سازی ۶۰ ماه در نظر گرفته شده است. با توجه به نظر خبرگان، سطح همکاری بین بازیگران زنجیره، سطح فرهنگ مدیریت ریسک، چابکی، منابع نقدی، سازگاری و مدت زمان پاسخ به تقاضا از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تامین می‌باشند. شفافیت در اطلاعات زنجیره تامین درباره تقاضا، باعث شفافیت در برنامه‌ریزی می‌شود. هر چه برنامه‌ریزی شفافیت بیشتری داشته باشد، سیستم آماده‌تر و در نتیجه قابلیت سازگاری بیشتری خواهد داشت. افزایش قابلیت سازگاری باعث می‌شود که سیستم در شرایط مختلف پاسخگوی شرایط به وجود آمده باشد و در نتیجه این آمادگی، تاخیری در سیستم ایجاد نشود و تولید و توزیع انعطاف‌پذیر باشند؛ این انعطاف‌پذیری باعث ایجاد توانایی بازگشت به حالت قبل از اختلال خواهد شد و در نهایت به چابکی زنجیره می‌انجامد. در صورت وجود ساختار مناسب، روابط بین اعضا از مدیریت مناسب برخوردار میگردد و به انعطاف پذیری در تامین، تولید و توزیع، به اشتراک‌گذاری اطلاعات و ایجاد فرهنگ راستی و دوستی ختم می‌شود. البته باید در نظر داشت که عوامل دیگری چون شناخت و درک زنجیره، دانش فنی مرتبط با زنجیره و تاسیس تیم مدیریت ریسک نیز بر ساختار تاثیرگذار هستند.

سطح چابکی زنجیره مشخص‌کننده میزان شفافیت در اطلاعات مربوط به تقاضا است. هر چه اطلاعات مربوط به تقاضا شفاف‌تر باشد، برنامه زمانی شفافتری برای زنجیره نوشته میشود که باعث قابلیت سازگاری بیشتر و در خاتمه افزایش سطح چابکی زنجیره می‌شود تا یکی از حلقه‌های بازخورد سیستم مورد مطالعه را ایجاد نماید. نرخ سرعت پاسخگویی به عوامل دیگری مانند منابع نقدی در دسترس و زمان پاسخگویی نیز بستگی دارد. تامین و ایجاد منابع تامین و صادرات متنوع/جایگزین نیز خود از متغیرهای دیگری تاثیر می‌پذیرد. هرچه نرخ دسترسی به منابع انسانی متخصص بالاتر رود، به دلیل افزایش قدرت ایجاد منابع و ایجاد تنوع در آن با استفاده از دانش نیروی انسانی، منابع تامین و صادرات متنوع/جایگزین افزایش می‌یابد. از طرفی مشخص است که با افزایش نرخ تنوع شبکه تامین و صادرات نیز این متغیر افزایش می‌یابد و این امر به دلیل دسترسی گسترده‌تر به آیتم‌های مختلف است. نرخ تنوع شبکه تامین و صادرات، خود از متغیری مانند قوانین دولتی تاثیر می‌پذیرد. از طرفی، ایجاد شیوه‌های ابداعی پرداخت به عوامل دیگری نیز، نیاز دارد، عواملی مانند نرخ پیش‌بینی موانع جدید پرداخت و نرخ دسترسی به منابع انسانی متخصص. هرچه نرخ پیش‌بینی موانع جدید پرداخت، افزایش یابد نیاز به شیوه های ابداعی پرداخت نیز افزایش می‌یابد.



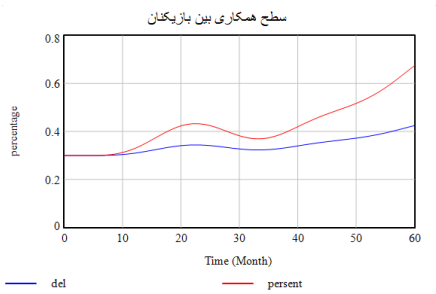
شکل ۲ مدل سیستم پویای مسئله تحقیق

- **اعتبارسنجی ساختار مدل**
  - **آزمون کفایت مرز**

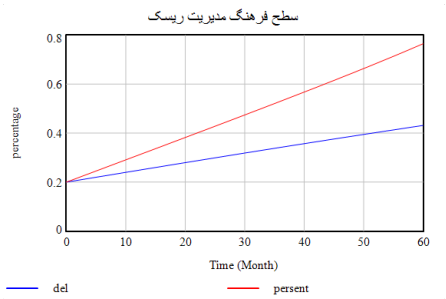
در این آزمون بررسی می‌گردد که آیا فاکتورهای تاثیرگذار بر مدل در آن وجود دارد یا نه؟ همانطورکه قبلا اشاره شده فاکتورهای مورد بررسی این پژوهش، از طریق مطالعات پیشین و نظر خبرگان تعیین شده است. بنابراین اهمیت وجود این فاکتورها در این دو منبع تائید شده است. همچنین در مرحله بعد، برای تعیین لزوم وجود این پارامترها، با حذف برخی از این فاکتورهای مهم، رفتار سیستم مورد ارزیابی قرار می گیرد. خروجی های مدل، پس از حذف هر کدام از این فاکتورها در ادامه نشان داده شده است.

شکل ۳ تاثیر حذف عامل «علاقه به عضویت در زنجیره» بر متغیر حالت سطح همکاری بین بازیکنان نشان داده شده است. در این حالت با توجه به اینکه هرچه علاقه بازیکنان به عضویت بیشتر باشد به دلیل اینکه تمایل ندارند که از زنجیره حذف گردند، بنابراین تاثیر مستقیم این علاقه بر سطح همکاری نشان داده شده‌است و در شکل مشخص است ین متغیر وجود دارد (نمودار قرمز رنگ) سطح همکاری بالاتر است و زمانی‌که این عامل حذف می‌گردد (نمودار آبی رنگ) با کاهش شدید سطح همکاری روبرو هستیم و این نشان می‌دهد که اگر بازیکنان علاقه‌ای به حضور در زنجیره نداشته باشند، سطح همکاری پایین می‌آید. شکل ۴ اثر حذف عامل «ایجاد تیم مدیریت ریسک» نشان داده شده است و فرض بر این گذاشته می‌شود که بقیه عوامل ثابت هستند. در این حالت سطح فرهنگ مدیریت ریسک کاهش می‌یابد و فاصله خود با حالت عدم حذف را در هر حالت حفظ می‌کند. این شکل نشان می‌دهد با تشکیل تیم مدیریت ریسک می‌توان با ایجاد علوم مربوط به ریسک‌ها و افزایش اطلاعات کارکنان و روش‌های رویارویی با آن‌ها و راه جلوگیری از ایجاد آن، می‌توان هرچه بیشتر فرهنگ مدیریت ریسک را افزایش داد و با حذف آن، سطح این فرهنگ در طول زمان با افزایش کمتری روبرو می‌شود. در شکل ۴ منحنی آبی حالت حذف متغیر ایجاد تیم مدیریت ریسک را نشان می‌دهد. در شکل ۵ اثر حذف عامل «قدرت بازگشت به حالت قبل از اختلال» نشان داده شده است. در این حالت سطح چابکی زنجیره کاهش می‌یابد. این شکل نشان می‌دهد که هر چه زنجیره قدرت بالاتری برای بازگشت به حالت قبل از اختلال داشته باشد و به

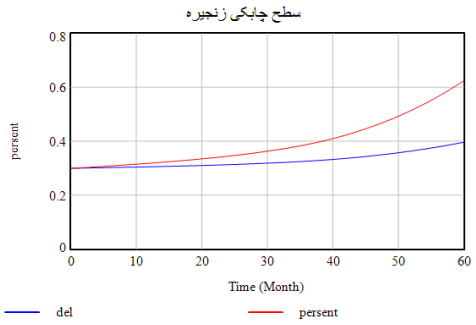
عبارت دیگر پاسخگویی سریعتری به اختلال داشته باشد سطح چابکی زنجیره افزایش می‌یابد زیرا چابکی همین سرعت پاسخگویی به تغییرات محیط است و این اختلالات نیز همین تغییرات محیطی می‌باشد. در شکل ۵ نمودار آبی حالت حذف متغیر قدرت بازگشت به حالت قبل از اختلال را نشان می‌دهد. شکل ۶ تاثیر حذف عامل «قوانین بیمه» بر متغیر حالت سطح منابع نقدی نشان داده شده است. در این حالت با توجه به اینکه بیمه هزینه سنگینی را بر چرخه اعمال می‌کند و بخش عظیمی از منابع مالی زنجیره را به خود اختصاص می‌دهد همانطوریکه در شکل ۶ مشخص است در حالتی که این متغیر وجود دارد (نمودار قرمز رنگ) سطح منابع نقدی پایین‌تر است و زمانی‌که این عامل حذف می‌گردد (نمودار آبی رنگ) با افزایش سطح منابع نقدی روبرو هستیم و این نشان می‌دهد که اگر بیمه وجود نداشته باشد، سطح منابع نقدی افزایش می‌یابد.



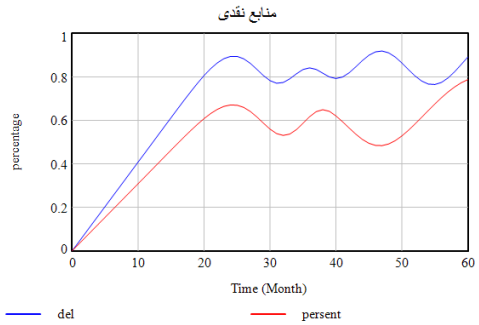
شکل ۳ تاثیر حذف عامل علاقه به عضویت در زنجیره



شکل ۴ تاثیر حذف عامل ایجاد تیم مدیریت ریسک بر سطح فرهنگ مدیریت ریسک



شکل ۵ تاثیر حذف عامل قدرت بازگشت به حالت قبل از اختلال بر سطح چابکی زنجیره



شکل ۶ تاثیر حذف عامل قوانین بیمه بر منابع نقدی

- **آزمون شرایط حدی**

در این آزمون به بررسی رفتار مدل در حالتی که ورودی های مدل در شرایط حدی قرار دارند، یعنی زمانیکه در کمترین حد خود و یا بیشترین حد خود هستند، می‌پردازیم. در این بررسی ملاحظه می‌گردد که مدل در این شرایط نیز پایدار است یا خیر. در بخش آزمون کفایت مرز وضعیت متغیرها در حالت بینهایت (حداکثر مقدار) بررسی شد.

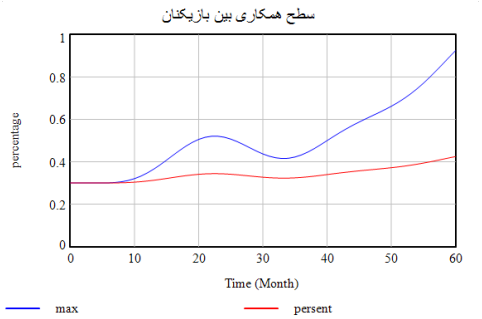
- **وضعیت اول:** نرخ اعتماد بین بازیکنان در بالاترین حد خود قرار دارد (شکل ۷).

اگر بازیکنان کاملا به هم اعتماد داشته باشند سبب می‌شود که بی‌پرده‌تر در کنار هم به ارائه وظایف خود بپردازند و این شفافیت در انجام کارها مسیر را

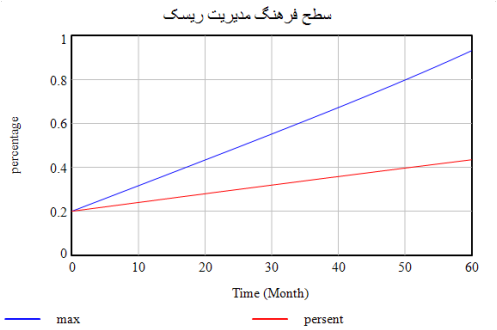
برای همکاری در کنار هم لحظه به لحظه بازتر می‌کند. افزایش این همکاری‌ها در ابتدا به دلیل افزایش فعالیت پس از مدت کوتاهی شاید سبب خستگی بازیکنان شود و سطح همکاری پایین بیاید، ولی به دلیل اینکه بازیکنان در این بازه زمانی معایب عدم همکاری را متوجه می‌شوند بیشتر از پیش به همکاری با یکدیگر می‌پردازند.

- **وضعیت دوم:** شناخت و درک زنجیره در بالاترین حد خود قرار دارد (شکل ۸).

هرگاه بازیکنان زنجیره شناخت و درک بالایی از زنجیره داشته باشند به طبع آن ریسک‌های پیش روی رنجیره را نیز بهتر می‌شناسند و درک بهتری از آن دارند. این شناخت سبب می‌گردد تا این بازیکنان در راستای کاهش این ریسک‌ها و روش‌های مقابله با آن و شیوه‌های کاهش صدمات در صورت وقوع اتفاقات، مسیر مشخص‌تری را دارند. بنابراین همانگونه که در شکل ۸ مشخص شده است زمانی که شناخت و درک زنجیره در بالاترین حد ممکن است سطح فرهنگ مدیریت ریسک (نمودار آبی) نیز افزایش می‌یابد.



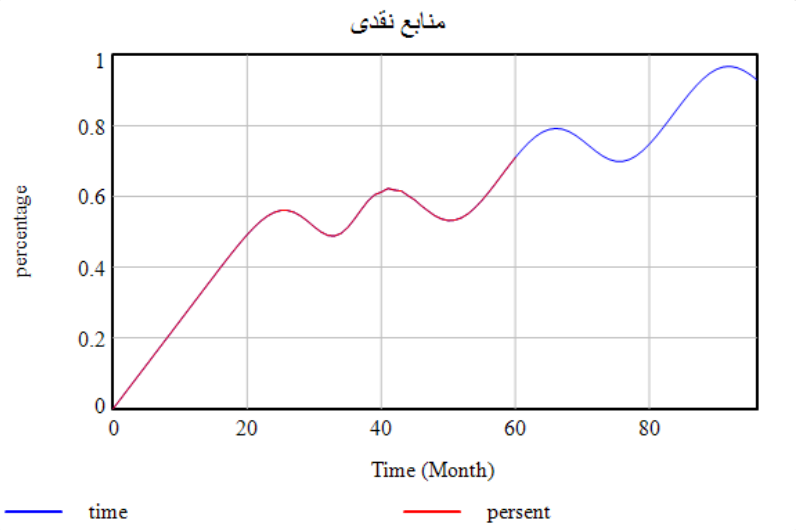
شکل ۷ حالت حدی نرخ اعتماد بین بازیکنان



شکل ۸ حالت حدی شناخت و درک زنجیره

- **آزمون خطای یکپارچگی**

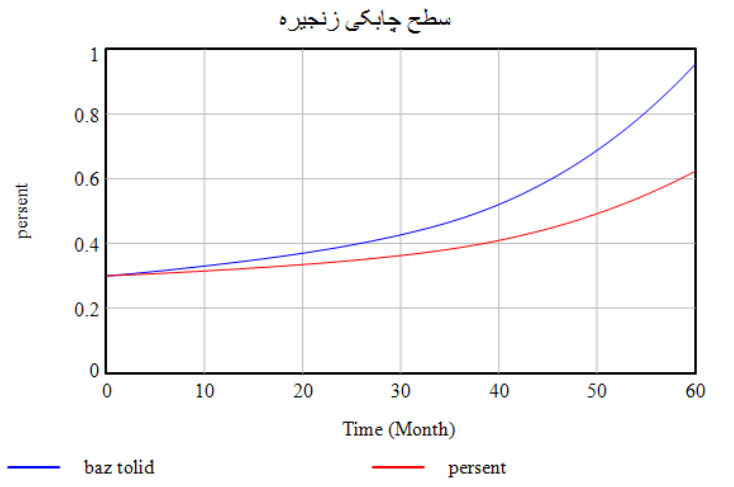
این آزمون حساس بودن نتایج مدل به انتخاب بازه زمانی را نشان می‌دهد که برای انجام این آزمون بازه زمانی ۶۰ ماهه مدل به ۹۶ ماه تبدیل شد که همانطوریکه از شکل ۱۰ و دو نمودار ۶۰ و ۹۶ ماهه مشخص است با تغییر در بازه زمانی مدل تغییری در رفتار مدل مشاهده نشد و عوامل موثر بر عملکرد در صورت کنترل باز هم بهبود عملکرد را موجب خواهند شد.



شکل ۱۰ خروجی های مدل در بازه ۶۰ و ۹۶ ماهه

- **آزمون بازتولید رفتار**

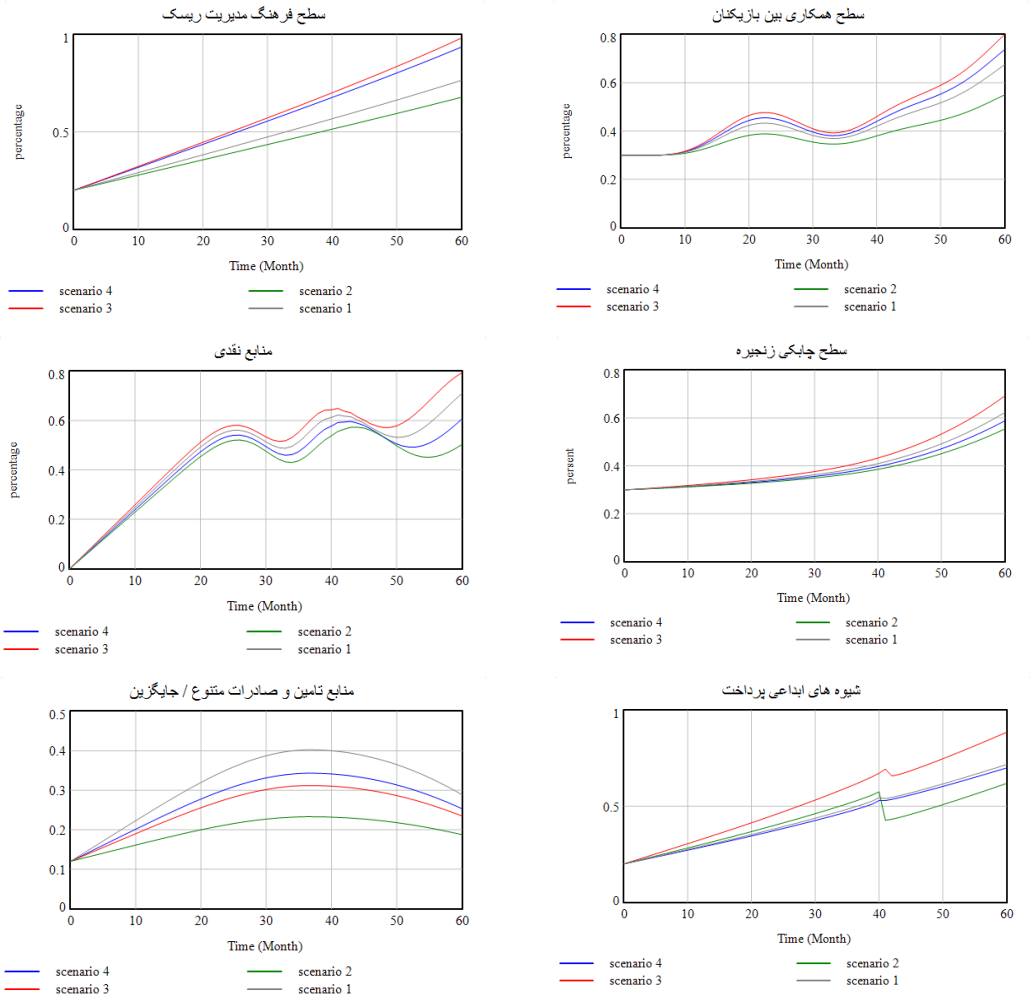
آیا این مدل، رفتار سیستم را در شرایط واقعی بازسازی و نمایان می‌کند؟ پاسخ به این پرسش با استفاده از آزمون بازتولید رفتار، قابل ارزیابی است. با توجه به بررسی‌های گسترده مطالعات پیشین این تحقیق، متغیرهای اثرگذار بر رونق اقتصادی و تولید ناخالص داخلی را در برگرفته است، لذا قادر می باشد که رفتار سیستم را پس از شناسایی معیارها پیش‌بینی نماید. در شکل ۱۱ نشان داده شده است که با کنترل عوامل موثر بر ایجاد یک زنجیره تاب آور می‌توان به افزایش سطح چابکی زنجیره کمک کرد. اما برای دستیابی به سطح مطلوب چابکی در زنجیره تامین گروه دارویی برکت، عوامل دیگری نیز دخیل هستند که هماهنگ کردن آنها زمان بیشتری نیاز دارد.



شکل ۱۱ رفتار سیستم

- **سناریوسازی**

پس از بررسی نتایج آنالیز متغیرهای مختلف و تحلیل اثرگذاری آنها بر روی متغیر اصلی در بازه‌های زمانی موردنظر، شاخصهای تأثیرگذار و تعیین کننده بر ایجاد یک زنجیره تامین تاب‌آور در زنجیره تامین گروه دارویی برکت شناسایی شده و به منظور دستیابی به استراتژیهای کارآمد، تصمیم گیرنده را قادر به برگزیدن سناریوهای مختلف که شامل دسته شاخص‌های اثرگذار است، می نماید. در این تحقیق با توجه به تجربیات خبرگان شرکت دارویی برکت مبنی بر پیش‌بینی وقایع، ۴ سناریو در نظر گرفته شده و برای هر متغیر حالت اجرا شده است که در هر کدام با استفاده از نظر خبرگان یکی از شرایط ممکن برای شاخصهای تاثیرگذار لحاظ میشود. بر همین اساس در شکل ۱۲ این سناریوها نشان داده شده است.



شکل ۱۲ سناریوهای تحقیق حاضر

- **سناریو ۱:** افزایش انعطاف‌پذیری یک جامعه نیازمند سرمایه‌گذاری در مقیاس بزرگ از منابع مالی-پولی، منابع انسانی و صرف زمان است. همانگونه که بیان شد، در کنار سرمایه مالی، نرخ دسترسی به منابع انسانی متخصص، از

اهمیت بالایی برخوردار است که این عمل اتفاق نمی افتد جز با سرمایه‌گذاری. اگرچه به طور کلی در مورد اهداف تقویت تاب آوری اتفاق نظر وجود دارد، اما این امر برای سرمایه‌گذاری در برنامه های تاب آوری ، در ابتکارات یا پروژه های فردی و تقویت زیرساخت‌های ضعیف بسیار چالش برانگیز است. با این حال، تلاش در این تحقیق نیز برای آن است که به وضوح نشان دهند که سرمایه‌گذاری برای تاب‌آوری، سود قابل‌توجه و قابل‌اندازه‌گیری را به ارمغان خواهد آورد که این منافع را متعادل می‌کند یا از هزینه‌ها فراتر می‌رود. بنابراین، سناریو یک مربوط به افزایش سرمایه‌گذاری است.

- **سناریو ۲:** توسعه سرمایه انسانی، از دیگر برنامه‌های مشخص شده شرکت جهت ارتقا در آینده است. در طول تاریخ، زنجیره‌های تامین برای برآورده کردن نیازهای متنوع جوامع بشری، بهره‌برداری از منابع طبیعی و به منظور توانمند ساختن انسان‌ها برای شرکت در تجارت پدید آمده‌اند. مطالعات نشان می‌دهند که سه نوع قابلیت مدیریتی پویا به تاب‌آوری زنجیره تأمین کمک می‌کند: روابط شخصی با همتایان در شرکت‌های تأمین‌کننده (سرمایه اجتماعی) مهارتهای مدیریت زنجیره تأمین عمومی و خاص شرکت (سرمایه انسانی)؛ و سبک پردازش اطلاعات و توانایی درک اختلالات زنجیره تأمین (شناخت). سرمایه انسانی یک منبع ارزشمند است که برای دستیابی به تاب‌آوری سازمانی و ایجاد منابع تامین و صادرات متنوع/جایگزین لازم است. در مدل طراحی شده در این تحقیق، این توسعه بر متغیرهایی مانند نرخ دسترسی به منابع انسانی متخصص، مهارت اعضا، دانش فنی مربوط به زنجیره، دانش فنی مربوط به منابع انسانی، توانایی پاسخگویی به اختلال و شناخت و درک زنجیره می‌شود.
- **سناریو ۳:** سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه های در دست اجرا بر اساس اولویت بندی، به صورت همزمان در این سناریو مورد توجه قرار گرفته است. درباره تاثیر سرمایه‌گذاری و توسعه سرمایه انسانی در دو سناریو قبل صحبت شد. بهینه سازی و تخصیص صحیح منابع مالی بر اساس اولویت‌های سرمایه‌گذاری، می تواند به طور قابل ملاحظه‌ای تاب‌آوری را بهبود دهد. همچنین این اولویت‌بندی در تکمیل پروژه و تسریع آن می‌تواند باعث مطابقت هر چه بهتر شیوه های ابداعی پرداخت گردد.
- **سناریو ۴:** در آخرین سناریو افزایش هم‌افزایی و مشارکت‌های درون گروهی نیز علاوه بر سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه‌های در دست اجرا بر اساس اولویت‌بندی، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این سناریو که ترکیب این سه استراتژی (سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه های در دست اجرا) در کنار هم می‌باشد، می‌تواند بهترین حالت را برای چابکی زنجیره بدست آورد. بر همین اساس سناریو چهارم نشان می‌دهد که در مواقعی که چهار استراتژی افزایش

هم‌افزایی و مشارکت‌های درون گروهی نیز علاوه بر سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه‌های در دست اجرا، براساس اولویت‌بندی به صورت همزمان اجرا می‌شود، میزان چابکی و سایر متغیرها پایین می‌آید.

براساس نتایج این تحقیق برای رسیدن به بالاترین میزان چابکی زنجیره، بهترین تصمیم اجرای همزمان سه استراتژی سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه‌های در دست اجرا براساس اولویت‌بندی است. بنابراین، سازمان‌ها برای جلوگیری از شکست زنجیره تامین خود، در زمان ارائه داروی بیماری جدید مانند COVID-19، بایستی از هم اکنون پروژه‌های چابکی زنجیره خود را تعیین و اولویت‌بندی کنند، بر روی اولویت‌ها سرمایه‌گذاری نموده و به اجرا درآورند. از طرفی بنابر نتایج این تحقیق، مهم است که برای اجرای این پروژه‌ها و مدیریت زنجیره تامین در زمان وقوع کمبود احتمالی داروی COVID-19 برای مثال، نیروی انسانی متخصص آموزش داده شوند تا برای پوشش حجم عظیم فعالیت‌ها در آن زمان، نیروی مناسب در دسترس باشد. لذا پیشنهادات این تحقیق برای پوشش وضعیت ایجاد شده در بازه زمانی مطرح شده در بالا و جلوگیری از شکست زنجیره تامین دارو، به صورت ذیل است:

- تعیین و اولویت‌بندی برنامه‌های سرمایه‌گذاری جهت رسیدن به چابکی زنجیره:
- تهیه و اجرای برنامه توسعه نیروی انسانی، مانند تعریف و اجرای دوره‌های آموزشی مناسب.

در نهایت می‌توان گفت، براساس این نتایج، برای بقا و پیشرفت در اقتصاد قرن ۲۱، شرکت‌های دارویی باید بیاموزند که چگونه با چالشهای مداوم در محیط خود روبرو شوند. این موضوع شرکت‌های دارویی را مجبور می‌کند تا روش جدیدی را برای عملکرد انتخاب کنند که به آنها توانایی انعطاف‌پذیری و پاسخ سریع به تغییرات غیرقابل پیش‌بینی را بدهد. بنابراین، برای موفقیت، بنگاه‌های دارویی باید مدیریت زنجیره تأمین را عمیقاً مدنظر قرار دهند تا در برابر اختلالات غیرمنتظره در زنجیره تأمین خود مقاوم باشند. سرانجام، باید گفت که به دلیل روابط باورنکردنی بین پاسخگویی به نیازهای مشتری و موفقیت شرکت، شرکت‌های دارویی باید به طور گسترده‌ای به چابکی فعالیت‌های زنجیره تامین خود توجه کنند.

پیشنهادات اجرایی و مدیریتی

- سرمایه‌گذاری در شرکت‌های تامین کننده مواد اولیه بگونه‌ایی که بتوان در فرآیند تصمیم‌گیری این شرکت‌ها تاثیرگذار بود.
- بدیهی است در شرایط ویژه و بروز ریسک‌ها سیاسی، تصمیمات و تعهدات قبلی شرکت‌های تامین‌کننده می‌توان تاب آوری زنجیره تامین را بطور قابل توجهی افزایش دهد.
- برخی از ریسک‌های سیاسی و حتی لجیستکی که می‌توان موجب بروز اشکال جدی در زنجیره‌های تامین دارو گردد ممکن است توسط رقبای شرکت یا کشور میزبان طراحی شده باشد. اینگونه اختلالات هوشمند که موجبات خدشه جدی در زنجیره می‌شود وسط منابع انسانی زبده و آموزش دیده قابلیت مرتفع شدن دارند. به عبارت دیگر و به عنوان مثال نیروی انسانی باهوش و تحلیل‌گر می‌تواند با ابداع شیوه‌های جدید پرداخت به تامین‌کنندگان با ریسک‌های خاص سیاسی و لجیستیکی که ممکن استتوسط رقبای شرکت یا کشور میزبان شرکت ایجاد شده‌اند. بنابراین توسعه منابع انسانی می‌تواند تاب‌آوری زنجیره را بالا ببرد. بدیهی است بخش

عمده‌ایی از اختلالات زنجیره تامین در بخش‌های تامین مواد اولیه و همچنین شبکه‌های عرضه محصول در بازارهای بین‌المللی می‌باشند. بنابراین بهره‌مندی از شبکه‌های متنوع و جایگزین تامین و صادرات می‌تواند تاب‌آوری زنجیره را افزایش دهد.

۵ بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق پس از بررسی مطالعات پیشین و تعیین متغیرهای مورد نظر این تحقیق از طریق این مطالعات و نظر و تائید خبرگان، مدل پویایی سیستم طراحی و سپس اعتبارسنجی شد. در مرحله آخر با اجرا و تعیین چهار سناریو مختلف، به بررسی راهکارهای اجرایی پرداخته شد. یافته‌ها حاکی از این است که در سناریو اول با ایجاد تغییرات مورد نظر (تخصیص بودجه سرمایه‌گذاری) مطابق با اتفاقات حاصل در مدل، میزان منابع نقدی و سطح چابکی زنجیره، به جایگاه دوم و سطح همکاری بین بازیکنان و سطح فرهنگ مدیریت ریسک به جایگاه سوم، همچنین شیوه های ابداعی پرداخت، به جایگاه دوم و منابع تامین و صادرات متنوع/جایگزین به جایگاه اول در میان دیگر سناریوها می‌رسد. این اتفاق نشان می‌دهد که افزایش سرمایه به تنهایی نمی‌تواند بهترین استراتژی باشد. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری تاثیر مثبتی بر متغیرهای تاثیرگذار بر تاب‌آوری یعنی، چابکی، منابع مالی، مدیریت ریسک و همکاری بین بازیکنان دارد اما همانگونه که بیان شد با توجه به نتایج نشان داده شده در شکل ۱۲، سرمایه‌گذاری به تنهایی بهترین سناریو برای افزایش تاب‌آوری نیست. در سناریو دوم مطابق با شکل ۱۲ نشان داده شد که، این سناریو (توسعه سرمایه انسانی) به تنهایی، ضعیف‌ترین سناریو هست و این امر بدین معناست که با توسعه سرمایه انسانی بدون تعیین استراتژی‌های دیگر، سطح چابکی، منابع مالی، مدیریت ریسک و همکاری بین بازیکنان به کم‌ترین میزان افزایش می‌یابد و این موضوع نتیجه‌ای جز تغییر کم در تاب‌آوری زنجیره تامین ندارد. در شکل ۱۲ نشان داده شده است که سناریو ۳، بهترین مقادیر را برای متغیرهای چابکی، منابع مالی، مدیریت ریسک، همکاری بین بازیکنان و شیوه های ابداعی پرداخت، حاصل می‌کند. در آخر نتایج سناریو چهارم نشان می‌دهد که در مواقعی که چهار استراتژی افزایش هم‌افزایی و مشارکت‌های درون گروهی نیز علاوه بر سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه‌های در دست اجرا بر اساس اولویت بندی به صورت همزمان اجرا می‌شود میزان چابکی و سایر متغیرها پایین می‌آید و این کاهش‌ها نشان‌دهنده تاب‌آوری پایین‌تر نسبت به سناریوی ۳ می‌باشد.

بررسی نتایج تحقیقات آدوبور و مک مولن[1] (۲۰۱۸) و سولانو و کامپوس[2] (۲۰۱۴) در می‌یابیم که این دو مطالعه نتایج آنها، با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر همخوانی دارد، همچنین نتایج مطالعه حاضر تایید کننده نتایج موجود در تحقیقات پیشین می‌باشد. زیرا ماهیت پویای شبکه زنجیره تأمین مدرن باعث عدم اطمینان زیادی در بسیاری از پارامترهای آن شده است. نادیده گرفتن این عدم قطعیت‌ها ممکن است خطرات تهدیدآمیزی برای کل شبکه زنجیره تأمین ایجاد کند. برای غلبه بر خطرات مربوط، سازمان‌ها باید با دقت در مقابل عدم اطمینان برنامه‌ریزی کنند. با توجه به مقایسه سناریوهای مختلف، سناریوی ۳ بالاترین میزان چابکی، منابع مالی، مدیریت ریسک و همکاری بین بازیکنان در زنجیره تامین را تضمین خواهد کرد و به ایجاد سیستم تاب آور ختم خواهد شد. این نتایج نشان می‌دهد که برای رسیدن به بالاترین میزان تاب‌آوری زنجیره، بهترین تصمیم اجرای هم زمان سه استراتژی سرمایه‌گذاری، توسعه سرمایه انسانی و تسریع در تکمیل پروژه های در دست اجرا بر اساس اولویت بندی، است. بنابراین این تحقیق نشان می‌دهد که در میان استراتژی‌های تعریف شده در

[1] Adobor & McMullen

[2] Solano & Campos

برنامه‌های آتی گروه دارویی برکت، اگر هدف شرکت، افزایش تاب‌آوری زنجیره تامین گروه باشد، لذا باید سه استراتژی مذکور را اجرا نماید. در تحقیقات آتی می‌توان بر روش‌های افزایش درک و در نهایت پذیرش این استراتژی ها، تمرکز کرد. همچنین به صورت کاربردی، استراتژی ها و روش‌های استفاده از آن را، مورد بررسی قرار داد.

منابع

Adobor, H., & McMullen, R. S. (2018). Supply chain resilience: a dynamic and multidimensional approach. The International Journal of Logistics Management, 29(4), 1451-1471.

Bakhshianlamouki, E., Masia, S., Karimi, P., van der Zaag, P., & Sušnik, J. (2020). A system dynamics model to quantify the impacts of restoration measures on the water-energy-food nexus in the Urmia lake Basin, Iran. Science of The Total Environment, 708, 134874.

Bueno-Solano, A., & Cedillo-Campos, M. G. (2014). Dynamic impact on global supply chains performance of disruptions propagation produced by terrorist acts. Transportation research part E: logistics and transportation review, 61, 1-12.

Chen, X., Yang, H., & Wang, X. (2019). Effects of price cap regulation on the pharmaceutical supply chain. Journal of Business Research, 97, 281-290.

Donadoni, M., Roden, S., Scholten, K., Stevenson, M., Caniato, F., van Donk, D. P., & Wieland, A. (2019). The Future of Resilient Supply Chains. In Revisiting Supply Chain Risk (pp. 169-186). Springer, Cham.

Esmaeillou, Y., Asl, I. M., Tabibi, S. J., & majid Cheraghali, A. (2017). Identifying factors affecting the pharmaceutical supply chain management in Iran. Galen Medical Journal, 6(4), 346-355.

Golan, M. S., Jernegan, L. H., & Linkov, I. (2020). Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the COVID-19 pandemic. Environment Systems & Decisions, 1.

Ivanov, D., Tsipoulanidis, A., & Schönberger, J. (2019). Supply Chain Risk Management and Resilience. In Global Supply Chain and Operations Management (pp. 455-479). Springer, Cham.

Jia, F., Blome, C., Sun, H., Yang, Y., & Zhi, B. (2020). Towards an integrated conceptual framework of supply chain finance: An information processing perspective. International Journal of Production Economics, 219, 18-30.

Li, Y., Zobel, C. W., Seref, O., & Chatfield, D. (2020). Network characteristics and supply chain resilience under conditions of risk propagation. International Journal of Production Economics, 223, 107529.

Linnéusson, G. (2009). On system dynamics as an approach for manufacturing systems development (Doctoral dissertation, Chalmers University of Technology).

Lozano Díez, J. A., Marmolejo-Saucedo, J. A., & Rodríguez Aguilar, R. (2020).

Designing a resilient supply chain: An approach to reduce drug shortages in epidemic outbreaks.

Manikandan, S., & Sundarakani, B. (2019). SUN Rises from RANBAXY: Supply Chain Strategy of an Indian Pharmaceutical Company. In Business and Management Practices in South Asia (pp. 259-279). Palgrave Macmillan, Singapore.

Moellers, T., von der Burg, L., Bansemir, B., Pretzl, M., & Gassmann, O. (2019). System dynamics for corporate business model innovation. Electronic Markets, 29(3), 387-406.

Nasrollahi, Mehdi. Fattahi, Azadeh. Sajjadnia, Zahra Alsadat. Investigating the role of information technology in supply chain agility and its impact on organizational performance. The Second International Conference on New Paradigms of Management, Innovation and Entrepreneurship. Shahid Beheshti University. Tehran. Iran. (In Persian). 2016.

Parast, M. M., Sabahi, S., & Kamalahmadi, M. (2019). The Relationship Between Firm Resilience to Supply Chain Disruptions and Firm Innovation. In Revisiting Supply Chain Risk (pp. 279-298). Springer, Cham.

Pruyt, E. (2013). Small system dynamics models for big issues: Triple jump towards real-world complexity.

Russell, D. M., & Swanson, D. (2019). Transforming information into supply chain agility: an agility adaptation typology. The International Journal of Logistics Management.

Silva, G. L. D., Rondina, G., Figueiredo, P. C., Prates, G., & Savi, A. F. (2018). How quality influences in agility, flexibility, responsiveness and resilience in supply chain management. Independent Journal of Management & Production, 340-353.

Tordecilla, R. D., Juan, A. A., Montoya-Torres, J. R., Quintero-Araujo, C. L., & Panadero, J. (2020). Simulation-Optimization Methods for Designing and Assessing Resilient Supply Chain Networks under Uncertainty Scenarios: A Review. Simulation Modelling Practice and Theory, 102166.

Tucker, E. L., Daskin, M. S., Sweet, B. V., & Hopp, W. J. (2020). Incentivizing resilient supply chain design to prevent drug shortages: policy analysis using two-and multi-stage stochastic programs. IISE Transactions, 52(4), 394-412.

Yaroson, E. V., Breen, L., Hou, J., & Sowter, J. (2019). Resilience Strategies and the Pharmaceutical Supply Chain: The Role of Agility in Mitigating Drug Shortages. In Pharmaceutical Supply Chains-Medicines Shortages (pp. 249-256). Springer, Cham.

Yousefi, N., & Alibabaei, A. (2015). Information flow in the pharmaceutical supply chain. Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR, 14(4), 1299.