

## Research Paper

# The effect of economic sanctions on the medicine life cycle: A case study of amoxicillin

Atena Salmanpour<sup>\*1</sup> , Mohamad Reza Armanmehr<sup>2</sup> , Seyed Mohamad Hassan Hosseini<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MA in Economic Systems Planning, Department of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran, Email: [at.salmanpour@gmail.com](mailto:at.salmanpour@gmail.com)

<sup>2</sup> Assistant Professor of Economics, Department of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran, Email: [armanmehr@shahroodut.ac.ir](mailto:armanmehr@shahroodut.ac.ir)

<sup>3</sup> Associate professor, Department of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran, Email: [sh.hosseini@shahroodut.ac.ir](mailto:sh.hosseini@shahroodut.ac.ir)



[10.22080/mrl.2025.28748.2166](https://doi.org/10.22080/mrl.2025.28748.2166)

**Received:**

March 3, 2025

**Accepted:**

May 13, 2025

**Available online:**

October 9, 2025

**Keywords:**

Economic sanctions, product life cycle, amoxicillin, system dynamics

**JEL Classification:**

D91, F51, L65

## Abstract

Given the long-run effects of economic sanctions on domestic production and markets, several studies have examined this effect in various fields. However, the issue of the impact of economic sanctions on the life cycle of pharmaceutical products, as one of the important elements of the health sector, has not yet been the focus of researchers. In this regard, the present study examines the effect of economic sanctions on the life cycle of pharmaceutical products and uses a system dynamics approach for this purpose. Also, the life cycle of amoxicillin, as the most important antibiotic consumed in the country during the period 2002-2023, has been used as a case study. The results of the present study show that economic sanctions, by creating obstacles to the import of raw materials, technology, and medical equipment, cause the product life cycle to shift downward and reduce drug sales. Sanctions also reduce investment in research and development and reduce the total factor productivity as well as product quality. Finally, as drug prices have increased due to sanctions and restrictions on imports, consumer satisfaction has declined sharply, helping to accelerate the decline of the drug's life cycle.

**\*\*This article is taken from Atena Salmanpour's master's thesis at Shahrood University of Technology.**

**\*Corresponding Author:** Atena Salmanpour

**Address:** Shahrood University of Technology,  
Shahrood, Iran.

**Email:** [at.salmanpour@gmail.com](mailto:at.salmanpour@gmail.com)



This work is licensed under the Creative Commons—Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

© University of Mazandaran

## Extended Abstract

### 1. Introduction

The Product Life Cycle (PLC) is used as a model to analyze the different stages of a product's life, from market entry to decline. This model serves as a vital tool for strategic decision-making in areas such as production, marketing, and investment. In the pharmaceutical industry – which is directly related to public health and whose importance is determined by government interventions, mandatory consumption, and high sensitivity to product quality – the analysis of the life cycle of drugs is of great importance, especially in crises such as sanctions.

Economic sanctions, which are used as humanitarian tools to put pressure on a country, have emerged as one of the most important economic and humanitarian challenges in Iran in recent decades. Although the sanctions began in 1979, they have been significantly intensified since 2011 and especially in 2018, severely affecting vital sectors such as health and pharmaceuticals. While medicines and medical equipment are officially classified as humanitarian goods and therefore exempt from sanctions, in practice, severe financial, foreign exchange, insurance, and transportation restrictions have limited the country's access to these goods. This has disrupted the pharmaceutical supply chain, increased prices, reduced quality, and caused shortages of essential medicines. In addition, sanctions have undermined domestic production, reduced the competitiveness of pharmaceutical companies, and shortened product life cycles.

The present study focuses on the product life cycle of amoxicillin – one of the key pharmaceutical products and the

most widely used antibiotic in Iran – and the effects of sanctions on the life cycle of this drug during the period 2002–2023. For this purpose, a system dynamics (SD) approach has been used. The innovation of this study is to study the effect of sanctions on the PLC of amoxicillin.

### 2. Method

The methodology is based on system dynamics modeling, which was chosen due to the complex and multidimensional nature of the phenomenon under study – the life cycle of amoxicillin under sanctions. System dynamics enables the analysis of causal relationships between variables and feedback loops – both positive and negative – and allows for the modeling of nonlinear structures and endogenous variables.

In this study, four key subsystems—supply, demand, distribution, and competition—were designed and modeled for amoxicillin. Data were collected from reliable sources such as the Tehran Stock Exchange, the Iran Food and Drug Administration, and the Statistical Center of Iran. A dummy variable for sanctions was used, with a value of 1 assigned to years with sanctions and a value of 0 to years without sanctions.

After modeling, cause-and-effect loop diagrams and stock-flow diagrams were developed, followed by structural and behavioral tests, and finally, simulation and scenario analysis were performed using Vensim software. The model was validated through structural and behavioral tests to ensure its accuracy in reflecting the realities of the Iranian pharmaceutical market.

### 3. Results and Discussion

The simulation results show that economic sanctions have had direct and

indirect effects on all stages of the product life cycle of amoxicillin. Based on the time analysis, the stages of the product life cycle of this drug in Iran were identified as follows:

Growth stage: 2002 to 2010

Maturity stage: 2011 to 2018

Decline stage: 2019 to 2022

Based on the findings of this study, economic sanctions, especially in the period 2011-2018, have led to a decrease in sales growth rates, disruption in the supply of raw materials, increased production costs, and reduced innovation. These factors have caused the studied drug to enter the decline stage earlier than expected. In other words, sanctions have shortened the economic life of this product and accelerated the transition between stages of the product life cycle.

On the supply side, sanctions have negatively affected production efficiency and product quality by increasing import costs, making financial transactions more difficult, and limiting access to advanced equipment and technology. On the demand side, rising drug prices – driven by currency fluctuations, devaluation of the national currency, and inflation – have reduced patients' purchasing power and led to a decline in drug sales. In addition, reduced patient satisfaction due to reduced quality or delayed access to drugs has had a negative impact on drug sales.

In terms of distribution, banking and transportation barriers have slowed down product circulation and disrupted drug access in different regions. On the competition side, the entry of new brands or alternative drugs has been limited due to sanctions, weakening the domestic competitive aspect.

Analyzing the feedback loops between variables shows that supply and demand loops are mutually reinforcing, and disruption in one loop disrupts the entire cycle. Thus, sanctions have simultaneously engaged multiple subsystems and diverted the product life cycle from its natural path.

#### 4. Conclusion

This study conducted a comprehensive review of the effects of economic sanctions on the product life cycle of amoxicillin in Iran. Findings show that sanctions have not only disrupted production and distribution processes but also significantly shortened the drug life cycle by increasing prices, reducing quality, reducing consumer satisfaction, and limiting research and development activities.

The study shows that the most significant impacts of sanctions have occurred during the maturity and decline stages of drugs. Given that in the absence of effective support policies, many essential drugs in the country enter the decline stage prematurely, it is recommended that policymakers adopt two distinct approaches: (1) active diplomacy to reduce the severity of sanctions as a long-term strategy and (2) domestic compensatory and supportive policies—such as increasing R&D budgets, reforming the foreign exchange system, improving supply chains, and facilitating the import of raw materials.

In parallel with these measures, the deployment of decision-making support systems, such as knowledge management and analysis, along with PLC analysis, can help pharmaceutical companies design smarter production and marketing strategies.

Finally, the results of this research show that the application of the system



dynamics approach is an effective analytical tool for better understanding the nonlinear behavior of the pharmaceutical industry and evaluating appropriate policy responses to sanctions, and this approach can be extended to similar strategic sectors in the country.

### **Funding**

There is no funding support.

### **Authors' contribution**

The authors contributed equally to the conceptualization and writing. All of the

authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

### **Conflict of interest**

The authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

We appreciate all the people who helped write this article.

علمی

## اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر دارو: مطالعه موردی آموکسی سیلین

آتنا سلمان پور<sup>۱\*</sup>، محمدرضا آرمان مهر<sup>۲</sup>، سیدمحمدحسن حسینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد برنامه ریزی سیستم های اقتصادی، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران، ایمیل: [at.salmanpour@gmail.com](mailto:at.salmanpour@gmail.com)  
<sup>۲</sup> استادیار اقتصاد، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران، ایمیل: [armanmehr@shahroodut.ac.ir](mailto:armanmehr@shahroodut.ac.ir)  
<sup>۳</sup> دانشیار مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران، ایمیل: [sh.hosseini@shahroodut.ac.ir](mailto:sh.hosseini@shahroodut.ac.ir)

doi: [10.22080/mrl.2025.28748.2166](https://doi.org/10.22080/mrl.2025.28748.2166)

### چکیده

باتوجه به اثرات بلندمدت تحریم های اقتصادی بر شرایط تولید و بازار مصرف، تاکنون مطالعات متعددی این تاثیر را در حوزه های مختلف مورد بررسی قرار داده اند. با این حال، موضوع تاثیر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر محصولات دارویی به عنوان یکی از عناصر مهم حوزه سلامت تاکنون مورد توجه محققین نبوده است در این راستا، مطالعه حاضر اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر محصولات دارویی را مورد بررسی قرار داده و برای این منظور از رویکرد پویایی شناسی سیستم برای مدلسازی استفاده می کند. همچنین چرخه عمر آموکسی سیلین به عنوان مهمترین آنتی بیوتیک مصرفی کشور طی دوره زمانی ۱۴۰۲-۱۳۸۱ به عنوان مطالعه موردی استفاده شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد، تحریم اقتصادی از طریق ایجاد موانع بر سر راه واردات مواد اولیه، تکنولوژی و تجهیزات پزشکی موجب انتقال چرخه عمر محصول به سمت پایین شده و فروش دارو را کاهش می دهد. همچنین تحریم موجب کاهش سرمایه گذاری در حوزه تحقیق و توسعه شده و بهره وری کل عوامل تولید و همچنین کیفیت محصول را کاهش می دهد. در نهایت اینکه، با افزایش قیمت دارو ناشی از تحریم و محدود شدن واردات آن، رضایت مصرف کننده به شدت کاهش یافته و این امر به تسریع در افول چرخه عمر دارو کمک کرده است.

تاریخ دریافت:

۱۳ اسفند ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش:

۲۳ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ انتشار:

۱۷ مهر ۱۴۰۴

کلیدواژه ها:

تحریم های اقتصادی، چرخه عمر محصول، آموکسی سیلین، رویکرد پویایی شناسی سیستم

طبقه بندی:

D91، F51، L65

\*\* این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد آتنا سلمان پور در دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد.

\* نویسنده مسئول: آتنا سلمان پور

آدرس: دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.

ایمیل: [at.salmanpour@gmail.com](mailto:at.salmanpour@gmail.com)



© این اثر تحت مجوز بین المللی Creative Commons-Attribution-Non Commercial 4.0 می باشد

© تمام حقوق برای ناشر (دانشگاه مازندران) محفوظ است

## ۱ مقدمه

تحریم، ایجاد اختلال در فرایند اجرایی یک کشور بدون اقدامات نظامی است. تحریم های اقتصادی علیه ایران از سال ۱۳۵۷ شروع شد ولی از سال ۱۳۹۰ شدت گرفت. در اواسط دهه ۹۰ شمسی به ویژه سال ۱۳۹۷ شدیدترین تحریم های اقتصادی علیه کشور اعمال شد و این تحریم ها، سلامت بیماران را به لحاظ حق دسترسی به داروهای ضروری و تجهیزات پزشکی (به بهانه کاربرد دوگانه در صنعت هسته ای و پزشکی) با مشکل مواجه کرد (زارعی و همکاران، ۱۳۹۹). البته دارو بطور مستقیم جزو تحریم های اقتصادی نیست ولی این تحریم یکی از مهمترین چالش ها در صنعت دارویی کشور به شمار می رود، به گونه ای که زنجیره ارزش دارو مثل تامین ارز، تامین تجهیزات تحقیق و توسعه، تامین مواد اولیه به شدت از این تحریم ها تاثیر می پذیرد.

بحث اساسی در تحریم ها، دسترسی است. عواملی مثل فراهم بودن دارو به مقدار و جریان مناسب، قیمت مناسب، دسترسی جغرافیایی در تمام مناطق و کیفیت مناسب مهم است. هر چند روی کاغذ، تجهیزات پزشکی و اقلام دارویی جزو اقلام بشردوستانه محسوب می شود و نباید مورد تحریم واقع شوند ولی در عمل، آمریکا به صورت یکجانبه موجبات تحریم این اقلام را فراهم کرده و موجب بسته شدن راه های سیاسی و اقتصادی، خرید دارو، مواد اولیه دارویی و تجهیزات پزشکی شده و حقوق بین الملل و قواعد حقوق بشری را نقض نموده و موجب تضییع حق سلامت مردم ایران شده است (عباسی، ۱۴۰۱). به ویژه در زمان مقابله با کرونا، علیرغم اثرات منفی قابل توجه بر سلامت مردم، گزارش های رسانه های بین المللی آمریکا نقش تحریم های این کشور نسبت به ایران را در

محدودیت دارویی و ایجاد اختلال در روند ارسال دارو و تجهیزات پزشکی به ایران را تأیید می کنند(منتظران، ۱۴۰۰). این مشکلات در تبادل مالی، ارزی، بیمه و حمل و نقل برای ورود محصولات سلامت و دارویی هزینه های سلامت را افزایش داده و بر دسترسی بیماران به کالاهای سلامت آثار و تبعات منفی داشته است(اسلامی تبار، ۱۳۹۸).

بیش از ده هزار ماده مختلف در فرآیند تولید دارو بکار می رود که از بیش بیست کشور (اغلب اروپا و آمریکا) وارد کشور می شوند.<sup>۱</sup> این در حالی است که تحریم های اقتصادی، کشورهای طرف قرارداد را با ریسک مواجه کرده و آنها را از صادرات مواد دارویی به ایران منصرف می کند. برای تولید یک دارو گاهی بیش از ۱۵ ماده از شرکت های مختلف خارجی تهیه می شود و در این شرایط، تحریم های اقتصادی از طریق ایجاد اختلال در زنجیره تامین کالا موجب کاهش تولید و حتی توقف آن می شوند.

تحریم های اقتصادی و بانکی آمریکا علیه ایران دسترسی مردم به خصوص بیماران مبتلا به بیماری های مزمن به داروهای مورد نیاز شان را مختل کرده است. با اعمال تحریم های اقتصادی، قیمت دارو روند افزایشی پیدا کرده و کیفیت داروها کاهش می یابد. نتیجه اختلال در بازار دارو، طولانی شدن و ناقص ماندن دوره درمان و مزمن شدن بیماری است. از طرف دیگر، با وجود تحریم های اقتصادی و توقف خطوط تولید شرکت های دارویی، نیاز کشور به واردات دارو افزایش می یابد. و با توجه به تحریم های بانکی و مالی، واردات دارو نیز دچار مشکل شده و این موضوع به همراه کاهش ارزش پول ملی، موجب افزایش قیمت دارو می گردد. در این شرایط، توان خرید دارو کاهش می یابد.

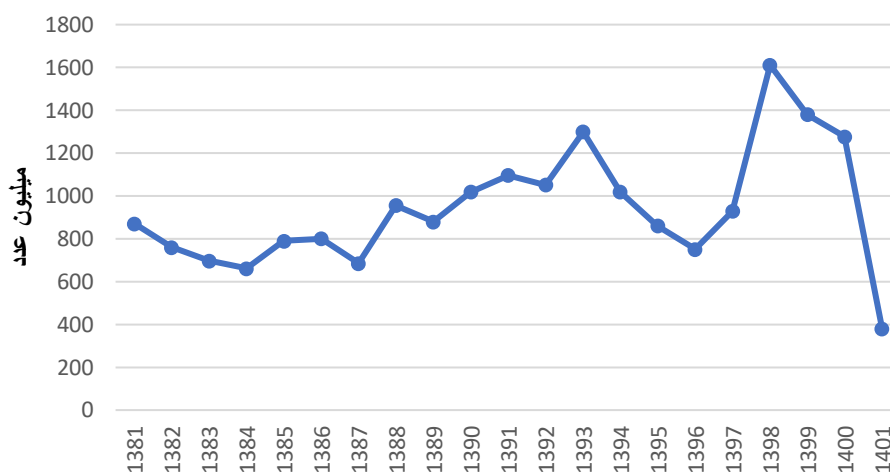
این وضعیت علاوه بر اینکه به سلامت مردم صدمه می زند، موجب افت فروش و همچنین رقابت

<sup>۱</sup> شایان گفتن است که بازیگران عمده صنعت داروسازی از کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا، سوییس، هند و آلمان می باشند(efpia, 2022).

چرخه عمر آموکسی سیلین(مهمترین آنتی بیوتیک مصرفی کشور) طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۴۰۲ استفاده شده است. نوآوری مقاله حاضر بررسی اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر محصول است. همچنین، استفاده از پویایی شناسی سیستم برای مدلسازی چرخه عمر محصول دیگر نوآوری پژوهش حاضر می باشد. آموکسی سیلین به عنوان مهمترین آنتی بیوتیک مصرفی کشور توسط مهمترین شرکت تولید کننده این دارو بررسی شده است<sup>۱</sup> و بررسی این دارو نیز می تواند نوآوری دیگر مقاله حاضر تلقی شود.

پذیری شرکت های دارویی می گردد. دارویی که برای سلامت مردم تولید شده است و تولید و فروش آن تا زمان افول محصول ادامه می یابد، به دلیل شرایط تحریم، با مشکلات متعددی مواجه شده و سریع تر به مرحله افول می رسد. این اثر در تمامی مراحل محصول از تولید تا رونق آن و سپس افول محصول مشاهده می شود.

هدف اصلی مطالعه حاضر، اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر محصول است. برای این منظور، از پویایی شناسی سیستم جهت مدلسازی



نمودار(۱): روند فروش آموکسی سیلین طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۴۰۱

منبع: تحقیق حاضر بر اساس داده های سازمان بورس و اوراق بهادار<sup>۲</sup>

تجربه کرده است. با حذف سال های تحریم می توان تصویر بهتری از چرخه عمر محصول طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۴۰۱ بدست آورد. بر اساس شبیه سازی انجام شده، مراحل رشد، بلوغ و افول دارو به ترتیب در مقاطع زمانی ۱۳۸۹-۱۳۸۱، ۱۳۹۷-۱۳۹۰ و ۱۴۰۱-۱۳۹۸ رخ داده است.

مقاله حاضر در شش بخش ارائه شده است. بعد از مقدمه در بخش نخست، مبانی نظری چرخه

با توجه به نمودار(۱)، روند فروش شرکت فارابی از ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۹۳ صعودی بوده و بعد از آن نزولی شده است. شایان گفتن است که موانع تولید (تحریم و محدودیت ارزی) از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۶ موجب گردید که تولید و فروش شرکت فارابی به شدت کاهش یابد. در عین حال، همان گونه که نمودار (۱) نشان می دهد فروش شرکت فارابی همچون چرخه عمر محصول ابتدا به آرامی رشد کرده و سپس به اوج رسیده و در نهایت روند کاهش را

<sup>۱</sup> تولید و عرضه می کنند، ولی شرکت فارابی با سهم مسلط در بازار، مهمترین تولید کننده این دارو به شمار می رود.

<sup>۲</sup> <http://tsetmc.ir>

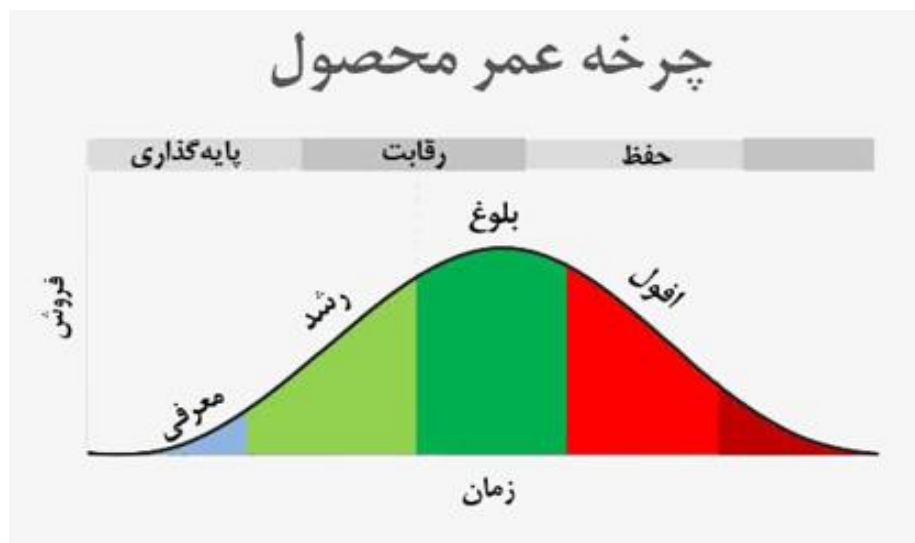
<sup>۱</sup> داروهای مختلفی که به عنوان آنتی بیوتیک و برای بیماری های عفونی ارائه می شود، متنوع بوده ولی بر اساس آمارنامه سال ۱۳۹۹، آموکسی سیلین از مهمترین و پرمصرف ترین آنتی بیوتیک های ایران است. چندین شرکت بزرگ این دارو را

می شود تا زمانی که از بازار حذف می شود، چرخه عمر محصول شناخته می شود. همان گونه که نمودار (۲) نشان می دهد، چرخه عمر محصول معمولاً به چهار مرحله تقسیم می شود. معرفی (زمانی که یک محصول برای اولین بار به بازار معرفی می شود)، رشد (دوره زمانی که یک محصول به سرعت در حال فروش است و تقاضا برای آن در حال افزایش است)، بلوغ (زمانی که فروش حفظ می شود و تقاضا برای محصول در اوج خود است) و کاهش (این مرحله زمانی رخ می دهد که تقاضا برای محصول شروع به کاهش می کند) (موسوی و همکاران، ۲۰۲۲).

عمر محصول و تحریم اقتصادی در بخش دوم ارایه شده است. در بخش سوم پیشینه تحقیق آمده است. بخش چهارم به شبیه سازی اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر محصول اختصاص دارد در بخش پنجم و در انتهای مقاله نیز جمع بندی و نتیجه گیری ارایه شده است.

## ۲ مبانی نظری

در فضای رقابتی کسب و کار امروزی، محصولات جدید همیشه به بازار معرفی می شوند و محصولات قبلی به تدریج حذف می شوند. مدت زمانی که یک محصول برای اولین بار به مصرف کنندگان معرفی



نمودار (۲): چرخه عمر محصول (شارما، ۲۰۱۶)

محصول جدید، دوباره توسعه محصول اتفاق می افتد و چرخه عمر جدید شروع می شود (نمودار ۳). توسعه محصول جدید وابسته به تناسب این محصول و نیازهای مصرف کنندگان می باشد (کاستا و جونگن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶).

بهترین زمان خروج از بازار در دوران بلوغ است ولی اگر بنگاه بخواهد در بازار بماند، باید به فکر احیای اساسی محصول باشد و تغییراتی بنیادین در آن ایجاد کند و حتی محصولات کاملاً جدید بر پایه محصول قبلی تولید و ارایه کند. بنابراین، با ارایه

<sup>1</sup> Sharma

<sup>2</sup> Costa and Jongen



نمودار (۳): چرخه عمر توسعه محصول جدید

برای درک بهتر چرخه عمر یک محصول و به دست آوردن مزایای مناسب آن در مراحل مختلف آن، باید تمام مراحل چرخه عمر را ارزیابی کنیم. ارزیابی چرخه عمر محصول (PLC<sup>2</sup>) تجزیه و تحلیل هزینه ها، فروش و سودآوری یک محصول در طول مراحل اصلی عمر آن است. یکی از مهمترین مزیت های ارزیابی چرخه عمر محصول، توانایی اجتناب یا مقابله با اشتباهات رایج در هر مرحله است. با شناسایی مرحله فعلی چرخه عمر یک محصول و مقایسه عملکرد آن با محصولات مشابه در آن مرحله، شرکت ها می توانند از اشتباهات توسعه دهندگان قبلی درس گرفته و استراتژی های خود را بر اساس آن تنظیم کنند. بنابراین هدف از تجزیه و تحلیل PLC نه تنها جمع آوری داده ها و ایجاد یک بانک اطلاعاتی بلکه تسهیل تصمیم گیری برای بهبود فرآیندهای تحقیق و توسعه محصولات و ایجاد توانایی استفاده از اطلاعات مربوط به محصول برای تصمیم گیری بهتر تجاری است.

درست مانند چرخه عمر محصولات، خدمات، فناوری ها و سازمان ها نیز دارای چرخه حیات هستند و چرخه عمری مشابه محصولات را طی می کنند. اگرچه تجزیه و تحلیل چرخه عمر هم برای محصولات و هم برای خدمات ضروری است، اما به دلیل چرخه عمر کوتاه تر، برای محصولات اهمیت بیشتری دارد. ما می توانیم ببینیم که بسیاری از دسته بندی های خدمات گسترده نیازها در طول یک

در چرخه عمر محصول، مرحله کاهش محصول بسیار مهم است چون نشان دهنده مرگ محصول فعلی و احتمالاً ایجاد محصول جدید است. این مرحله بسیار گران است زیرا مستلزم هزینه های تحقیق و توسعه، خط تولید جدید، بازاریابی و تبلیغات است. به همین دلیل ممکن است سازنده در این مرحله حاضر به کنار گذاشتن محصول قبلی نباشد. در این شرایط شرکت می تواند با استفاده از سیاست های قیمت گذاری، توسعه بازارهای جدید، طراحی مجدد بسته بندی، پاسخ سریع به نیازهای در حال تغییر مشتریان، افزودن پیشنهادات جدید به مجموعه خود و استفاده از فناوری جدید به ماندگاری محصول و رشد آن کمک کند. در چرخه عمر محصول فرض می شود (اولیوریا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶):

- محصولات دارای طول عمر محدودی هستند.
- فروش و مصرف طی مراحل متمایزی، هر کدام چالش ها، فرصت ها و مشکلات متفاوتی را برای فروشندگان ایجاد می کند.
- سود در مراحل مختلف چرخه عمر محصولات متغیر است.
- محصول در هر مرحله از چرخه عمر خود به استراتژی های مالی، تولید، خرید و منابع انسانی بازاریابی متفاوتی نیاز دارد.

<sup>2</sup> product life cycle<sup>1</sup> Oliveira et al.

محیط تجاری، باید این سیستم های پیچیده را درک و مدیریت کنیم. برای درک و مدیریت عوامل کلیدی، به ویژه قیمت و تقاضا، به دانش و توانایی های تحلیلی بهبود یافته نیاز داریم. رویکرد پویا سیستم مبتنی بر مفاهیم بازخورد برای رسیدگی به ویژگی های غیرخطی، چند حلقه ای و تاخیر زمانی سیستم های دینامیکی پیچیده را می توان برای مدل سازی و شبیه سازی چنین سیستم های دینامیکی پیچیده برای درک پویایی سیستم ها و طراحی سیاست مدیریت برای توسعه پایدار به کار برد (بالا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷). این نوع تجزیه و تحلیل به عنوان یک سیستم بازخورد شناخته می شود که در آن ساختارهای حلقه بسته وجود دارد که هر یک از آنها نتایج عملکرد گذشته را برای کنترل عملکرد آینده به ارمغان می آورد. در یک سیستم بسته، مشکل درک می شود، اقدام انجام می شود و نتیجه بر اقدامات بعدی تأثیر می گذارد.

صنعت داروسازی یکی از سودآورترین صنایع در دنیا شناخته شده است و حاشیه سود آن بطور میانگین در محدوده ۱۸ درصد برآورد می شود (ایران فارما، ۱۳۹۹).<sup>۳</sup> این وضعیت دور از انتظار نیست چون افزایش دائمی امید به زندگی به عنوان مهم ترین شاخص توسعه یافتگی جوامع در امر سلامت، بیانگر توجه روزافزون مردم دنیا به مقوله سلامت و بازار رو به رشد دایمی این کالای حیاتی است. همچنین، افزایش جمعیت سالخورده که موجب رشد تقاضا برای درمان های بلندمدت بیماری های مزمن شده، به همراه رشد درآمد و دسترسی بهتر به سیستم های درمانی به ویژه در اقتصادهای نوظهور از جمله عواملی هستند که به رشد سرانه مصرف دارو منجر شده است. گسترش شیوع بیماری های گوناگون، پیشرفت تکنولوژی و ظهور داروهای نوآورانه نیز باعث شده تا نقش صنعت داروسازی در جوامع امروزی بسیار پررنگ تر شود. سهم دارو از هزینه های مراقبت بهداشتی در

دوره زمانی طولانی ثابت می ماند. در بین محصولات مختلف، محصولات غذایی و دارویی به دلیل تاثیرگذاری بر سلامت مردم بیشتر مورد توجه توسعه و نوآوری قرار گرفته اند. ماهیت محصولات دارویی استفاده از PLCA را برای این محصولات به دلیل بیماران با نگرش ها و انتظارات متفاوت، ارائه دهندگان بیش از حد، محصولات جدید رقبا و تغییرات سریع در بازار، فناوری، قوانین و مقررات بسیار پویا می کند (پراجاپاتی و دورجا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲).

علاوه بر این، افزایش بیماری های جدید با ویژگی های متفاوت، افزایش مقاومت دارویی بیماران و پیامدهای ناشی از همه گیری هایی مانند کووید-۱۹، استفاده از ارزیابی چرخه عمر محصول در صنعت داروسازی را به یک ضرورت انکارناپذیر تبدیل کرده است.

چرخه عمر محصولات دارویی با دیگر کالاها نسبتاً متفاوت است زیرا علاوه بر اینکه در بیماری، اجبار به مصرف دارو وجود دارد، سلامتی خود یک کالای عمومی محسوب می شود و بر این اساس، از حمایت دولت برخوردار است. به همین دلیل، نقش حمایتی دولت در صنعت دارو محرز می باشد. این حمایت ها از بیمه، قیمت گذاری، تخصیص ارز تا صادرات محصول متنوع است. مجموعه حمایت های دولت می تواند موجب تغییر رفتار چرخه عمر محصول شود. با وجود این موضوع، آمیخته های بازاریابی برای دارو نیز حائز اهمیت هستند، حتی ترکیب آمیخته های بازاریابی ممکن است متفاوت عمل کنند. چون حمایت های دولتی می تواند برخی از مولفه های آمیخته بازاریابی را تضعیف کند.

موضوع مهم دیگر در PLCA پیچیدگی در محیط کسب و کار امروزی و تغییرات در عوامل موثر است. علاوه بر این، ما با مشکلات پیچیده فرهنگی، زیستی، زیست محیطی، فناوری، اقتصادی و اجتماعی مواجه هستیم که برای توسعه بازار باید آنها را درک و مدیریت کنیم. برای موفقیت در چنین

<sup>۳</sup> <https://economic.mfa.gov.ir/>

<sup>۱</sup> Prajapati & Dureja

<sup>۲</sup> Bala et al.

باقی مانده اند.<sup>۲</sup> این نوع دارو نیز مانند سایر محصولات به مرور زمان به دلیل تغییر ماهیت بیماری ها، رشد تکنولوژی و افزایش توقعات جوامع در حال توسعه و پیشرفت بوده و به تدریج انواع جدید آن جایگزین انواع قدیمی آن شده است. اگرچه، داروهای آنتی بیوتیک دارای چرخه عمر مشخصی هستند ولی تحریم های اقتصادی از چند جهت موجب اختلال در این چرخه شده و مراحل مختلف چرخه عمر دارو را تسریع می کنند. اولاً تحریم های اقتصادی موجب اختلال زنجیره تامین شده و تولید را به مشکلات تامین مواد اولیه مواجه می کند. ثانیاً با افزایش سطح عمومی قیمت ها و کاهش ارزش پول ملی، واردات مواد اولیه و تجهیزات گران تر از قبل شده و این نیز به کاهش فروش و تولید دارو می انجامد. همچنین، افزایش قیمت می تواند به کاهش رضایت مصرف کننده منجر شده و چرخه عمر محصول را با مشکل مواجه سازد. در این شرایط، چرخه طبیعی عمر دارو مختل شده و مراحل مختلف چرخه ای زودتر از موعد رخ می دهند. سرانجام، افزایش تحریم های اقتصادی به کاهش مخارج تحقیق و توسعه منجر می شود. شرکت ها با افزایش مخارج تحقیق و توسعه تلاش می کنند داروی جدید با عملکرد بهتر تولید نمایند تا دارایی و اعتبار خود را افزایش دهند. با وجود تحریم های اقتصادی، شرکت دارویی نمی تواند به موقع نسبت به ارتقای محصول خود اقدام کند و در این وضعیت، انتظار منطقی، اختلال در مراحل مختلف چرخه عمر محصول خواهد بود.

### ۳ پیشینه تحقیق

بررسی نقش عوامل محیطی موثر بر محصولات مصرفی سابقه ای دارد که به دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ باز می گردد (گینه و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱). به تدریج، اهمیت پرداختن به چرخه عمر محصول (PLC) یا چندین محصول جایگزین، در دهه های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ به یک

جهان بطور متوسط ۱۵ درصد می باشد و برای کشورهای OECD این سهم بطور متوسط به ۱۷ درصد می رسد (OECD, 2022).<sup>۱</sup>

در مجموع صنعت داروسازی از صنایع استراتژیک است و در فضای سیاسی موجود، بسیار حایز اهمیت است و چون تحریم های بین المللی، شامل دارو هم می شود، با نابودی صنعت دارو، و چالش در نظام سلامت، کشور به بحران بزرگی دچار می شود (غلامی آواتی، ۱۳۹۷). این در حالی است که مزیت های مختلفی از جمله افزایش تقاضا بواسطه رشد طبقه و جمعیت سالمند، برخورداری از حمایت قوی دولت برای بهبود نیازهای بهداشتی مردم و وجود نیروی کار متخصص در کشور برای صنعت دارو وجود دارد. به نظر می رسد کیفیت پایین دارو و متعاقب آن قیمت و حاشیه سود کمتر، رقابت پذیری پایین صنعت داروی کشور در مقایسه با استانداردهای جهانی، درجه نوآوری پایین و وجود قوانین و مقررات بهداشتی سخت گیرانه از جمله عوامل در پایین بودن رتبه ایران در صنعت داروسازی باشد.

در میان داروهای مختلف، فرآورده های آنتی بیوتیکی به عنوان مهم ترین نوع عامل آنتی باکتریال برای مبارزه با عفونت های باکتریایی شناخته می شوند. داروهای آنتی بیوتیکی به طور گسترده در درمان و پیشگیری از این گونه عفونت ها استفاده می شود. با این حال، افزایش مقاومت در برابر آنتی بیوتیک ها دلیل نگرانی های زیادی در بین مقامات بهداشتی در سراسر جهان است. علاوه بر این، سازمان جهانی بهداشت (WHO) مقاومت ضد میکروبی را به عنوان یکی از بزرگترین تهدیدات بهداشت عمومی، در کنار سایر مسائل بزرگ مانند تغییرات آب و هوا، بیماری های همه گیر، و بیماری های مزمن در مقیاس بزرگ اعلام کرد. با این وجود، از زمان کشف پنی سیلین در اواخر دهه ۱۹۲۰، آنتی بیوتیک ها یکی از ابزارهای ضروری در پزشکی مدرن

<sup>3</sup> Guinee et al.

<sup>1</sup> <https://www.oecd.org/>

<sup>2</sup> <https://www.statista.com>

معرفی می‌کنند، انتظار بیشتری از زمان تا اوج فروش دارند.

ترامای و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) تغییرات در حوزه درمانی، روش و بین‌المللی سازی داروهای پرفروش را برای شناسایی الگوهای چرخه زندگی آنها مورد مطالعه قرار داد. آنها داروهای پرفروش را بین سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۷ مقایسه کردند و دریافتند که درصد داروهای ضد سرطان و داروهای منطقه‌دار خانگی افزایش یافته است در حالی که نسبت داروهای قلبی عروقی پرفروش سنتی و داروهای جهانی کاهش یافته است. نویسندگان همچنین مدل‌های جدیدی از الگوهای چرخه زندگی را برای داروهای مورد نظر ارائه کردند.

برخی از تلاش‌های دیگر تأثیر مثبت تبلیغات را به پزشکان، داروسازان و بیماران بر فروش داروهای نسخه‌ای و بدون نسخه ارائه کرده‌اند، و بحث کرده‌اند که تحقیق و توسعه (D&R) و همچنین کیفیت می‌تواند بر فروش در صنعت داروسازی تأثیر بگذارد. موسوی و همکاران (۲۰۲۲الف) عناصر مؤثر بر فروش محصولات دارویی ژنریک را در طول چرخه زندگی آنها تجزیه و تحلیل کرد. به این ترتیب، نویسندگان مدلی مبتنی بر پویایی سیستم برای ارزیابی چرخه عمر محصول (PLCA) محصولات دارویی ژنریک توسعه داده‌اند. آنها الگوهای PLC 527 دارو را برای شناسایی یک حالت مرجع مناسب و تعیین حلقه علت فاز دارویی PLC بررسی کردند. برای این منظور، یک مدل پویا کمی بر اساس داده‌های دنیای واقعی بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹ از یک شرکت ایرانی شبیه‌سازی شد. نتایج نشان داد که تقاضای کل، پیش‌بینی دقیق، تلاش‌های بازاریابی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه بیشترین تأثیر را در شکل‌گیری PLC دارویی ژنریک دارند. در اثری مشابه، موسوی و همکاران (۲۰۲۲ب) به PLC‌های آنتی‌بیوتیک ژنریک پرداخته و عوامل مؤثر بر آنها را

موضوع تبدیل شد (هوروات و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱). پس از آن، شناسایی عناصر اصلی مؤثر بر PLC توجه فزاینده‌ای را در زمینه تحقیقات دانشگاهی و شرکت تولیدی به خود جلب کرده است (اولیوریا و همکاران، ۲۰۱۶).

در چرخه عمر محصولات دارویی، کاکس برای اولین بار PLC 754 دارو را مورد مطالعه قرار داد و انواع مختلف رفتار را در PLC داروها تعیین کرد. مطالعات دیگر سعی کرده‌اند الگوهای فروش دارویی را در گروه‌های مختلف دارو طبقه‌بندی کنند و برخی از آنها عوامل مؤثر بر PLC را بررسی کرده‌اند. (جرنیگان و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۱) بحث کرد که الگوی زنگ شکل رایج‌ترین شکل PLC در داروها است و توصیفی از روند ۱۵ ساله حجم نسخه‌های جدید نمونه‌ای از محصولات دارویی معرفی شده از سال ۱۹۶۳ تا ۱۹۷۲ با استفاده از مفهوم PLC ارائه کرد. آنها منحنی‌های چرخه عمر محصول را ارزیابی کردند و نشان دادند که شش منحنی PLC مشاهده شده توسط کاکس معرف و جامع هستند. برگستروم و هوگ<sup>۳</sup> (۱۹۹۴) اثرات سوئیچ‌های بدون نسخه را بر چرخه عمر محصولات ۱۵ محصول دارویی در سوئد با استفاده از مدل‌های سری زمانی بررسی کردند. نتیجه مطالعه آنها در بیش از نیمی از موارد مورد تجزیه و تحلیل تأثیر مستقیم بر فروش سوئیچ را نشان داد. فیشر و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) یک مدل رشد را برای تجزیه و تحلیل چگونگی تأثیر ترتیب ورود و کیفیت بر سطح اوج فروش و مدت زمان تا اوج فروش مارک‌های دارویی ایجاد کرد. آنها دریافتند که شرکت‌کنندگان قدیمی، دیرتر به اوج فروش دست می‌یابند و سطح فروش بالاتری نیز دارند. برندهای باکیفیت زودتر به اوج فروش می‌رسند و سطح فروش آنها بالاتر است. علاوه بر این، کیفیت اثر تعدیل‌کننده‌ای بر ترتیب اثر ورود در زمان تا اوج فروش دارد. نتایج ما نشان می‌دهد که شرکت‌های جدیدالورود زمانی که یک نام تجاری با کیفیت بالا

<sup>4</sup> Fischer et al.

<sup>5</sup> Teramae et al.

<sup>1</sup> Horvat et al.

<sup>2</sup> Jernigan et al.

<sup>3</sup> Bergström & Höög

سرمایه‌گذاری، فرآیند تشکیل سرمایه و مصرف کل، و روند صعودی هزینه‌های تولید می‌باشد بنابراین شکاف تولید در اقتصاد افزایش می‌یابد. و همچنین متغیرهای تورم و سرمایه‌گذاری بیشترین تأثیرپذیری را از تحریم‌ها دارند.

امام‌قلی پور (۱۳۹۳) اثرات تحریم اقتصادی بر بخش بهداشت و درمان طی دوره ۱۳۸۰-۱۳۹۲ بررسی نمود. نتایج نشان دهنده کندی ورود دارو و تجهیزات، کمبود داروهای وارداتی، افزایش تعرفه‌های درمانی، رشد هزینه واردات تجهیزات و افزایش سهم پرداخت مستقیم مردم از هزینه‌های درمانی، بخشی از اثرات تحریم‌ها در ایران می‌باشد.

بهیمی و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی چالش‌های تأثیر تحریم‌ها بر وضعیت دارویی کشور با روش کیفی و با رویکرد تحلیل محتوا دریافتند تحریم‌ها مانع ورود داروهای خاص و ورود داروهای تقلبی و بی‌کیفیت و افزایش قیمت داروها و افزایش هزینه‌های سلامت افراد شده است. مشکلات تامین منابع، بی‌عدالتی، مشکلات لجستیکی، مشکلات مالی، مشکلات تولید و تهدید سلامتی به عنوان شش چالش اصلی بودند. اثر تحریم‌ها بر وضعیت دارویی کشور علاوه بر تهدید جان بیماران و مردم، وضعیت معیشت آنان را به خطر می‌اندازد که تأثیر زیادی بر روند درمانی و بهبودی بیماران دارد و می‌تواند منجر به وقوع پیامدهای فاجعه‌باری، برای مردم و بیماران شود.

نخعی نژاد و همکاران (۱۴۰۰) با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم پدیده‌ی اثر شلاقی، که یکی از اصلی‌ترین موارد کاهش کارایی عملکرد زنجیره‌های تأمین است، با در نظر گرفتن شرایط تحریم در ایران، از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ را بررسی کردند و نشان دادند که ادامه‌ی روند تحریم‌ها در ایران می‌تواند باعث تقویت بخش تولید داخلی شود اما با کاهش واردات دارو و نبود تکنولوژی و ظرفیت کافی در تولید دارو

در بازار رقابتی دارویی ایران بررسی کرده است. نویسندگان از داده‌های جمع‌آوری‌شده از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ استفاده کردند و عوامل مؤثر بر PLC آنتی‌بیوتیک‌ها به دو گروه طبقه‌بندی شدند: همه منحنی‌های PLC و منحنی‌های PLC با یک پیک فروش. در نهایت، آنها الگوهای فروش و تأثیر عوامل مرتبط با محصول و رقابت را بر روی منحنی‌های PLC، ارتفاع پیک و زمان رسیدن به اوج فروش با استفاده از یک مدل خطی تعمیم‌یافته همراه با رویکرد یادگیری ماشین شناسایی کردند.

مجردی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی پویایی سیستم در دو سطح داروخانه و بیمارستان در بیمارستان رضوی مشهد برای یک دوره سی روزه، مدیریت موجودی در زنجیره تأمین داروی پلاویکس<sup>۱</sup> را بررسی کردند. نتیجه شبیه‌سازی در این مطالعه حاکی از افزایش تقاضا و کاهش سطح موجودی برای داروی مورد بررسی بوده است. محققان جهت دستیابی به پیش‌بینی دقیق و ایجاد تصمیمات هماهنگ سفارش‌دهی و نگهداری ذخیره احتیاطی، شبیه‌سازی پویایی سیستمی را توصیه نموده‌اند.

اسلامی تبار و همکاران (۱۳۹۸) آثار تحریم‌ها بر صنعت دارو با روش تشریحی- توصیفی در ایران را بررسی نمودند. در ظاهر دولت آمریکا دارو و واکسن و تجهیزات پزشکی را از تحریم معاف کرده است اما تحریم‌ها علیه بانک، بیمه و حمل و نقل جهانی موجب کمبود دارو و تجهیزات پزشکی شده است که تهدیدی برای سلامت و زندگی شهروندان ایرانی محسوب می‌شود.

کیومرثی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از رهیافت تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) با رویکرد کینزی جدید و داده‌های سری زمانی فصلی دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۸، اثر تحریم‌های مالی و انرژی بر شکاف تولید را در اقتصاد ایران بررسی کردند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان دهنده روند نزولی مخارج

<sup>1</sup> Plavix

دسفرال<sup>۱</sup>، کشور با بحران دارو مواجه می‌شود و سطح رضایتمندی مردم و بیماران کاهش می‌یابد.

عیسی زاده و همکاران (۱۴۰۰) تاثیر تحریم‌های اقتصادی اعمال شده از سوی ایالات متحده آمریکا بر GDP سرانه کشور ایران با استفاده از روش کنترل ترکیبی بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ را بررسی کردند. نتایج نشان دهنده اثر منفی بر اقتصاد ایران و کاهش GDP سرانه به میزان ۳۳ درصد نسبت به وضعیت بدون تحریم شده است که بعد از سال ۲۰۱۶ با ادامه و تشدید تحریمها درآمد سرانه در سال ۲۰۲۰ به ۴۴ درصد کاهش رسیده است.

**خالقی نژاد** (۱۴۰۲) اثر تحریم بر زندگی بیماران سرطانی را بررسی نمودند. در سال های اخیر کشورهای غربی با نقض حقوق بشر موجب کمبود دارویی بیماران سرطانی در ایران شدند، با اینکه گروه بیماران خاص و آسیب پذیر سرطانی زودتر از قشرهای دیگر آسیب می بینند. تحریم ها موجب کمبود داروهای وارداتی، کمبود مواد اولیه، نبود راه های ارتباطی بخصوص هوایی برای انتقال دارو، تاثیرات ارزی ناشی از تحریم در قیمت داروها شده که منجر به آسیب های جسمی و روحی جبران نشدنی بر زندگی بیماران سرطانی شده است.

علمی مقدم و همکاران (۱۴۰۲) اثر تحریم‌های اقتصادی بر جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کشور ایران با روش رهیافت فازی در دوره ۱۴۰۱-۱۳۵۷ بررسی نمودند. نتایج نشان دهنده اثر منفی تحریم‌های اقتصادی شدید و متوسط، با ضریب فازی بالا قابل‌توجه بر جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ایران می باشد. و متغیرهای نرخ تورم، تحریم‌های ضعیف اقتصادی، کسری بودجه و نرخ ارز اثری منفی و متغیرهای درجه بازبودن اقتصاد، تولید ناخالص داخلی، نرخ بهره داخلی، شاخص کیفیت حکمرانی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با وقفه و نرخ مؤثر مالیاتی بر سود شرکت‌ها، اثر مثبت

بر جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در ایران، دارند.

سبحانیان و همکاران (۱۴۰۳) تاثیر تحریم‌های اقتصادی بر دسترسی به داروهای سرکوب کننده سیستم ایمنی بیماران را با روش توصیفی تحلیلی بررسی کردند. تحریم‌ها موجب کمبود، عدم دسترسی و افزایش یا نوسان قیمت داروها، و اختلال در روند درمان بیماران می شود. همچنین تحریم‌ها و کمبود دارو موجب افزایش کیفیت داروهای داخلی نشده و این داروها جوابگوی نیاز بیماران نیستند. با رشد تقاضا در سال‌های اخیر، صنعت داروسازی ایران همچنان به مواد اولیه و واسطه‌های وارداتی دارویی وابسته است. و محدودیت‌های وارداتی در اثر تحریم ها، بخش سلامت با چالش روبرو شده است.

عسگری (۱۴۰۳) اثرات تحریم علیه ایران را با استفاده از الگوی کلان‌سنجی و ارائه شاخص تحریم در ۱۵ رابطه اقتصاد کلان با داده های سری زمانی ۱۳۸۱-۱۴۰۱ با روش اقتصاد سنجی برآورد کرده است. نتایج نشان دهنده اثر تحریم‌های اقتصادی در اکثر فعالیت‌ها و بخش‌های اقتصاد ایران است ولی میزان اثر، بستگی به ارتباط آن بخش با سایر کشورها دارد.

شینگال<sup>۲</sup> (۲۰۲۴) با استفاده از پایگاه داده تأثیر تحریم‌های موجود را بر تجارت کالا و سرمایه‌گذاری بررسی کردند، نتایج نشان دهنده اثرات نامطلوب انواع تحریم‌های مختلف بر واردات و صادرات است و تحریم ها، تجارت را به سمت مصرف داخلی منحرف می کند.

یزدی فیض آبادی و همکاران (۲۰۲۴) با بررسی مقالات منتشر شده بین ژانویه ۱۹۹۰ تا ژوئیه ۲۰۲۳، با هدف بررسی سیستماتیک ادبیات، اثرات مستقیم و غیرمستقیم تحریم‌های اقتصادی بر سلامت را بررسی نمودند. آنان دریافتند که تحریم‌های

<sup>1</sup> desferal

<sup>2</sup> Shingal

کیفیت، طیف میکروبی، اشکال دوز، تعداد رقبا و ترتیب ورود به بازار اعلام کردند.

سوارس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) عملکرد چرخه عمر تولید در صنعت مراقبت های بهداشتی (ارتز و پروتز) را بررسی کردند. یکی از نویدبخش ترین زمینه ها برای پذیرش تولید مواد افزودنی<sup>۳</sup> (AM) در صنعت مراقبت های بهداشتی، تولید دستگاه های پزشکی سفارشی با تناسب، احساس و عملکرد است. استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر اجتماعی<sup>۴</sup> برای تولید این دو محصول نشان دهنده تأثیرات اجتماعی مثبت در «مشتریان» و «جامعه محلی» است. نتایج تفاوت طول مراحل چرخه عمر محصول تحت تأثیر تغییر در فن آوری تولید را نشان می دهد.

ترامای و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) از طریق آزمون کروسکال-والیس<sup>۶</sup>، الگوهای چرخه عمر داروهای پرفروش و ویژگی های آن را در سال های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۷ مقایسه کردند. آنان دریافتند که سهم داروهای ضد سرطان افزایش یافته است در حالی که سهم داروهای قلبی عروقی پرفروش سنتی و داروهای جهانی کاهش پیدا کرده است. نتایج این مطالعه بینش هایی را درباره استراتژی های حوزه درمانی ارائه می دهد.

نیوا<sup>۷</sup> (۲۰۱۸) با هدف کشف بهترین استراتژی برای مراحل مختلف چرخه عمر، داده های اولیه و ثانویه، بیش از ده سال را برای یک شرکت داروسازی مرکزی اوهایو را بررسی کردند. توسعه و اجرای استراتژی های بازاریابی موثر در مراحل مختلف چرخه عمر محصول برای عملکرد موفق در بازار در صنعت داروسازی برای یک سازمان حیاتی است.

خیراندیش و همکاران (۲۰۱۸) تأثیر تحریم های اقتصادی بر سیستم بانکی ایران بر دسترسی و استفاده از داروهای بیماری های غیرواگیر، دیابت (۵)

اقتصادی تأثیرات منفی عمیقی بر تمامی جنبه های نظام سلامت دارد.

بلالی و همکاران (۲۰۲۴) با روش پویایی شناسی، پیامدهای انرژی و زیست محیطی ناشی از تحریم های بین المللی در ایران از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۸ شبیه سازی نمودند. نتایج شبیه سازی پیش بینی می کند تا سال ۲۰۲۸، تحریم ها افزایش قابل توجهی در انتشار دی اکسید کربن ایجاد می کند و طولانی شدن تحریم های بین المللی می تواند مانع بزرگی برای بهبود شدت انرژی و کاهش انتشار CO2 باشد.

موسوی و همکاران (۲۰۲۲ الف) با استفاده از رویکرد پویاشناسی سیستم برای سال های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹، عناصر موثر بر چرخه عمر داروی ژنریک (والسارتان ۸۰ میلی) را در ایران شناسایی کردند. بر اساس نتایج این مطالعه، «تقاضای کل»، «تلاش های بازاریابی» و «فعالیت های تحقیق و توسعه» حیاتی ترین موارد در چرخه عمر به شمار می روند. بر اساس شبیه سازی آنان، با افزایش ۲۰ تا ۵۰ درصدی فعالیت های بازاریابی و تحقیق و توسعه تولیدکنندگان دارویی همگانی<sup>۱</sup>، فروش دارو در مرحله افول محصول، بیش از ۵۰ درصد افزایش یافته است.

موسوی و همکاران (۲۰۲۲ ب) آنتی بیوتیک های همگانی یا عمومی ایران را طی دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۷ با روش اقتصاد سنجی بررسی کردند و جهت بهبود مدیریت چرخه عمر محصول این گونه داروها، عوامل موثر بر رقابت پذیری آنها مورد شناسایی قرار دادند. این محققان، الگوهای فروش و عوامل مرتبط با رقابت دارویی، ارتفاع قله چرخه عمر محصول و زمان رسیدن به اوج فروش را تعیین نمودند. آنان مهمترین عوامل موثر بر شکل چرخه عمر محصول را

<sup>5</sup> Teramae, et al.

<sup>6</sup> Kruskal-Wallis test

<sup>7</sup> Naneva

<sup>1</sup> Generic

<sup>2</sup> Soares, et.al

<sup>3</sup> additive manufacturing

<sup>4</sup> social life cycle assessment (S-LCA)

با عوامل مختلفی در طول زمان شکل می گیرد، با استفاده از روش دینامیک سیستم می توان روابط مختلف موجود در این مجموعه و تأثیرات هر یک را بر فروش محصول مورد نظر در طول چرخه عمر آن نشان داد. با استفاده از این رویکرد، می توان منابع مشکل را پیدا کرد و همچنین نتایج احتمالی استراتژی های خاص برای ایجاد پایداری در PLC داروهای آنتی بیوتیک را نشان داد.

## ۴ شبیه سازی اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر محصول

برای مدلسازی چرخه عمر محصول در این پژوهش، روش پویایی های سیستم (SD) استفاده شده است. پویایی شناسی سیستمی برای وضعیت های پیچیده مناسب تر بوده و برای فرم های غیرخطی محدودیت کمتری دارد و آن را بهتر، مشخص تر و قوی تر لحاظ می کند. بدین ترتیب، روش تحقیق پیشنهادی حاضر برای پاسخ به سئوالات تحقیق از نوع کمی و تحلیل علی معلولی خواهد بود. روش کتابخانه ای نیز برای تدوین مبانی نظری و پیشینه تحقیق استفاده خواهد شد. نوع تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی می باشد. داده های مورد نیاز از سایت سازمان بورس و اوراق بهادار جمع آوری خواهد شد.

پویایی های سیستمی دارای مراحل مختلف است. در این ارتباط، ابتدا نمودار تولید محصول منتخب طی زمان رسم می شود تا الگوی مسلط شناسایی گردد. در مرحله بعد، عوامل تأثیر گذار بر عرضه و تقاضای محصول شناسایی می گردد. در ادامه، مرز بسته مدل تعیین می شود. مرز بسته محدوده ای را شامل می شود که متغیرهای مساله پویا از متغیرهای غیرمرتبط جدا می شود. در درون مرز بسته، متغیرهای درونزا در نظر گرفته می شوند و متغیرهای برونزا حذف می شود چون این متغیرها اگرچه سیستم را تحت تأثیر قرار می دهند ولی تحت

گروه دارویی)، آسم (۵ گروه دارویی)، سرطان (۱۴ دارو) و مولتیپل اسکلروزیس (۲ دارو) در ایران را از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ ارزیابی کردند. شواهد این مطالعه نشان می دهد تحریم ها تأثیر منفی بر دسترسی به داروها، به ویژه داروهایی که وابسته به واردات مواد خام یا محصولات نهایی آنها بوده اند، دارد. همچنین، خیراندیش و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی ۴۰ مطالعه، ۸۹ سیاست اتخاذ شده در ۱۱ کشور را شناسایی و آنها را در ۱۲ دسته طبقه بندی کردند. بیشتر سیاست ها بر جنبه های مالی بخش داروسازی متمرکز بوده است. بر اساس این مطالعه، در برخی موارد، کشورها سیاست هایی را اتخاذ کردند که بطور بالقوه اثرات منفی بر دسترسی به دارو داشته است. تنها ایتالیا سیاست هایی را اتخاذ کرده بود که شامل هر چهار دسترسی به عوامل دارویی توصیه شده توسط WHO می باشد. این پژوهش نشان می دهد که اگرچه کشورها سیاست های به ظاهر مؤثر بسیاری را اتخاذ کرده اند، شواهد کمی در مورد اثربخشی این سیاست ها برای بهبود دسترسی به دارو در زمان بحران اقتصادی وجود دارد.

بائر و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) با توصیف و تحلیل داده های فروش داروهای عمده قلبی عروقی طی یک دهه، PLC این محصولات را شناسایی کردند. بر اساس این مطالعه، ترتیب ورود در چرخه عمر دارو نه تنها برای دستیابی به سطح مشخصی از سهم بازار، بلکه برای ارزیابی اقتصادی بلندمدت از محصولات نوآورانه حائز اهمیت است.

همانطور که در خلاصه مطالعات مرتبط نشان داده شد، فقدان مطالعات کافی در مورد عوامل مؤثر بر چرخه عمر محصول داروهای آنتی بیوتیکی وجود دارد. در این راستا با مطالعه حاضر قصد داریم عناصری را برای تبیین رفتار PLC محصولات آنتی بیوتیکی به عنوان یک داروی مهم مراقبت های بهداشتی در ایران تعیین کنیم. همانطور که در ادبیات گزارش شده است، از آنجایی که مفهوم PLC

<sup>۱</sup> Bauer, et al.

محصول، در دسترس بودن آن، محصولات جایگزین، محصولات مکمل، اندازه بازار، میزان تبلیغات برای کالا، سلیقه مصرف کننده، پاسخگویی و خدمات پس از فروش و نوسانات قیمتی محصول و عوامل متعدد دیگر بر میزان تقاضا موثر است. همچنین، قیمت مهمترین علت تغییر در تقاضاست و رابطه عکس با آن دارد. از سوی دیگر، عرضه، جریان کالا یا خدماتی است که برای پاسخ به تقاضا ایجاد می شود. قیمت و عرضه رابطه مستقیم با هم دارند. علاوه بر قیمت، زمان، ظرفیت تولید، هزینه های تولید (همچون حقوق کارکنان و خرید مواد اولیه)، در دسترس بودن مواد اولیه، زنجیره تامین، تعداد رقبا، رقابت در بازار و نوع محصول تولیدی بر عرضه تاثیرگذار است. قانون عرضه و تقاضا رابطه ای اقتصادی بین فروشندگان و خریداران کالاهای مختلف ایجاد می کند. تئوری عرضه و تقاضا بیان می کند که قیمت یک محصول به در دسترس بودن آن و تقاضای خریداران بستگی دارد (بوندمارک<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰). بدیهی است تعادل مرسوم بازار جایی است که عرضه با تقاضا برابر است. همان گونه که نمودار (۴) نشان می دهد، حلقه عرضه و تقاضا مثبت و خودفراینده است. بدین ترتیب، افزایش تقاضا موجب افزایش عرضه می شود.

توزیع کنندگان پل ارتباطی بین تولید کننده و دارو خانه هستند. برای دریافت دارو باید به داروخانه مراجعه کرد اما بیماران با نسخه پزشک به داروخانه مراجعه می کنند، پزشکان نقش مهمی در مصرف دارو دارند و تسهیل کننده فرآیند فروش هستند و عامل تاثیرگذار بر تقویت یا حذف یک دارو یا برند از بازار محسوب می شوند. بدین ترتیب، بیماران و پزشکان دو مخاطب بازاریابان داروسازی هستند، پزشکان پل ارتباطی بین تولید کننده و مصرف کننده (بیماران) هستند. برقراری ارتباط با پزشکان راهی مناسب برای برقراری ارتباط با مخاطبان بسیار گسترده تر است علاوه بر این، مصرف کنندگان با توصیه پزشک بسیار بیشتر دارو

تأثیر آن قرار نمی گیرند. بعد از تعیین مرز بسته و شناسایی متغیرهای درونزا، نمودار علی- حلقوی برای نشان دادن روابط بین متغیرهای مختلف استفاده می شود. سپس نمودار حالت- جریان با توجه به ماهیت متغیرها رسم می شود. در این رابطه، متغیرهای حالت (وضعیت یا انباشت) در یک لحظه مشخص قابل تعیین شدن هستند و متغیرهای جریان (نرخ) همواره در یک بازه زمانی تعریف می شوند.

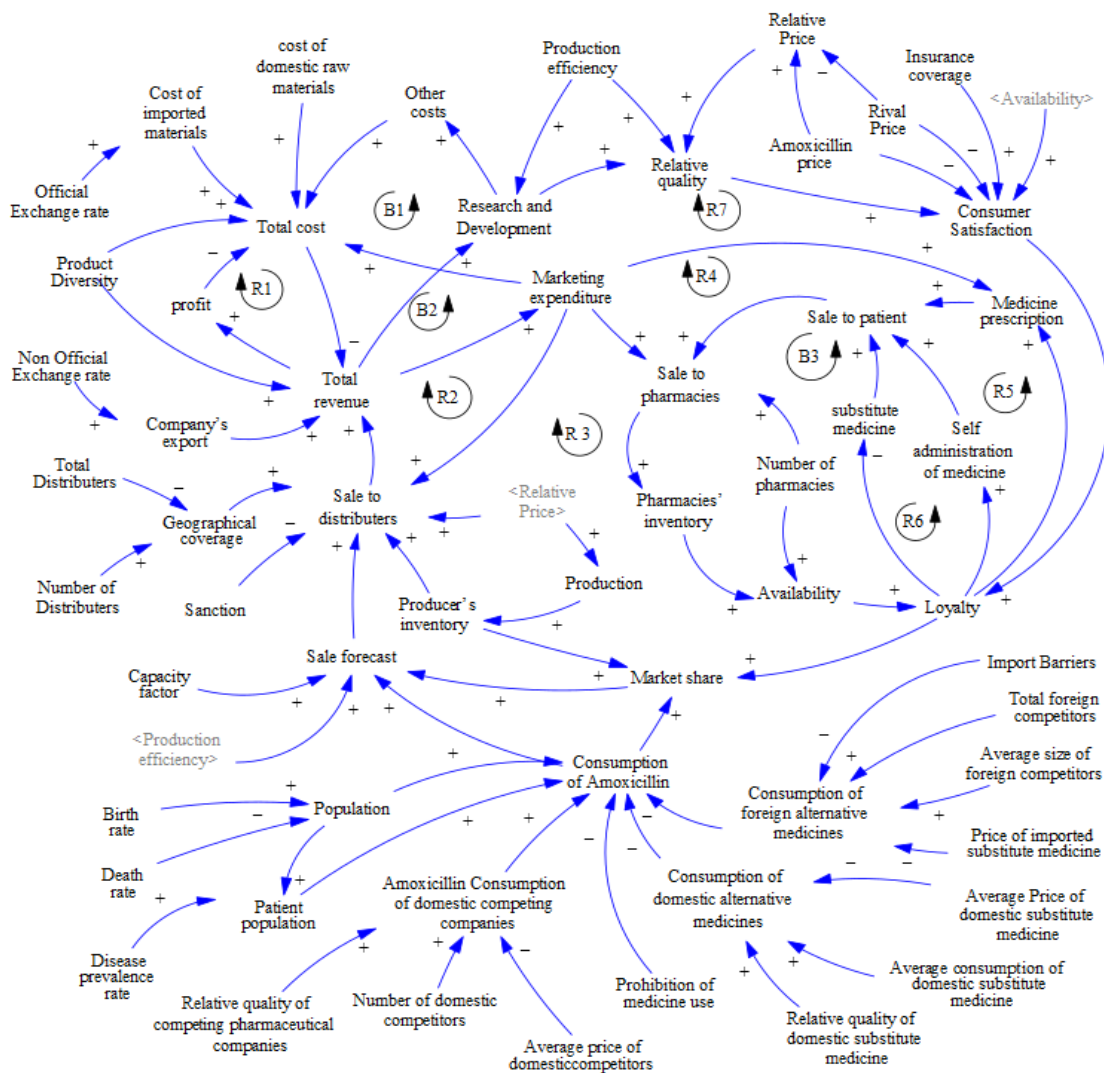
داده ها از سایت سازمان بورس و اوراق بهادار، سازمان غذا و دارو، مرکز آمار ایران و سایر پایگاه های آماری استخراج شده است. همچنین، برای اندازه گیری متغیر تحریم از متغیر مجازی استفاده شده است (صفر برای سالهای بدون تحریم و یک برای سالهای با تحریم).

آزمون های اطمینان شامل آزمون های ساختار و رفتار در مرحله بعد انجام می شود. آزمون ساختاری، ساختار مدل SD را با ساختار سیستم واقعی مقایسه می کند در حالی که آزمون های رفتار تعیین می کنند که آیا رفتار مدل با رفتار واقعی سیستم مطابقت دارد یا خیر؟ سرانجام، با سناریوسازی و تغییر مقادیر یا نوع متغیرها و بهبود شبیه سازی مدل تلاش می شود توصیه های مناسبی ارائه شود. در این تحقیق به شناسایی عوامل موثر بر چرخه عمر محصولات دارویی به صورت سیستمی پرداخته می شود. بعد از شناسایی این عوامل، روابط متقابل آنها از طریق حلقه های باز خورد مثبت و منفی مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. نرم افزار مورد استفاده در این روش ونسیم<sup>۱</sup> خواهد بود. در این رابطه برای آموکسی سیلین، چهار زیر سیستم رقابت، عرضه، تقاضا و توزیع طراحی و شبیه سازی شده است. چون چرخه عمر محصول با تولید شروع می شود با تقاضا ادامه می یابد و با رقابت به کاهش و افول می رسد. تقاضا نشانگر مقدار کالا و خدماتی که تقاضا کنندگان درخواست می کنند. قیمت، کیفیت

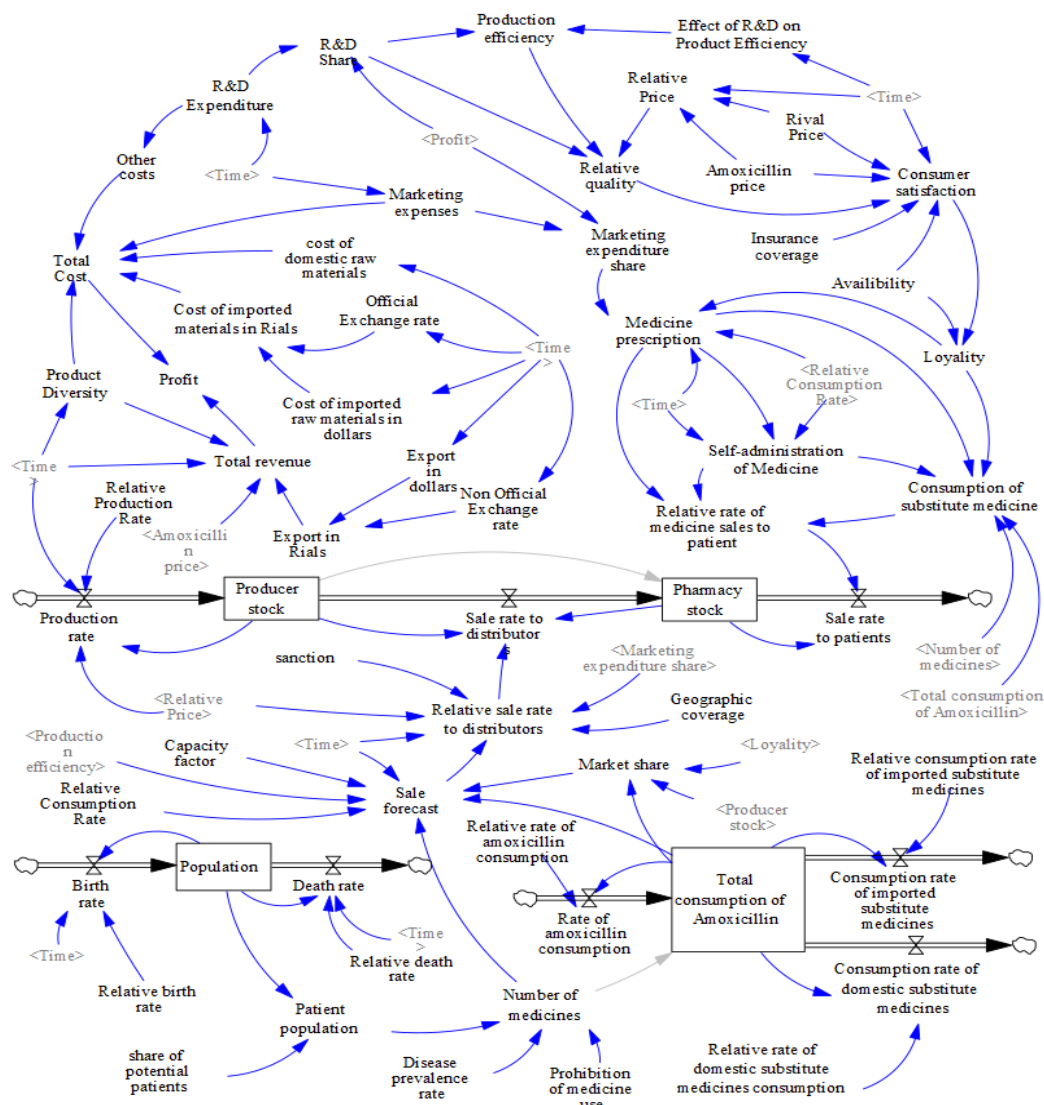
<sup>2</sup> Bondemark<sup>1</sup> vensim

می‌دهند بدون مشورت با پزشک دارو مصرف کنند، (آموکسی سیلین جزو داروهای بدون نسخه می- باشد). داروهای جایگزین برای آموکسی سیلین نیز وجود دارد که استفاده از آنها موجب کاهش مصرف آموکسی سیلین می‌شود. این عوامل زیرسیستم های توزیع و رقابت را تشکیل می دهند.

خرید می کنند. بنابراین بازاریابی برای پزشکان برای شرکت های داروسازی راحت تر و به صرفه تر است. در شبکه ارتباطی با پزشکان استراتژی های مختلفی لازم است از قبیل ارتباطات بین پزشک و داروسازان و همکاران، سمینارها و کنگره ها، دسترسی به دارو. امروزه به دلیل دسترسی آسان به اطلاعات و همچنین افزایش آگاهی افراد، برخی بیماران ترجیح



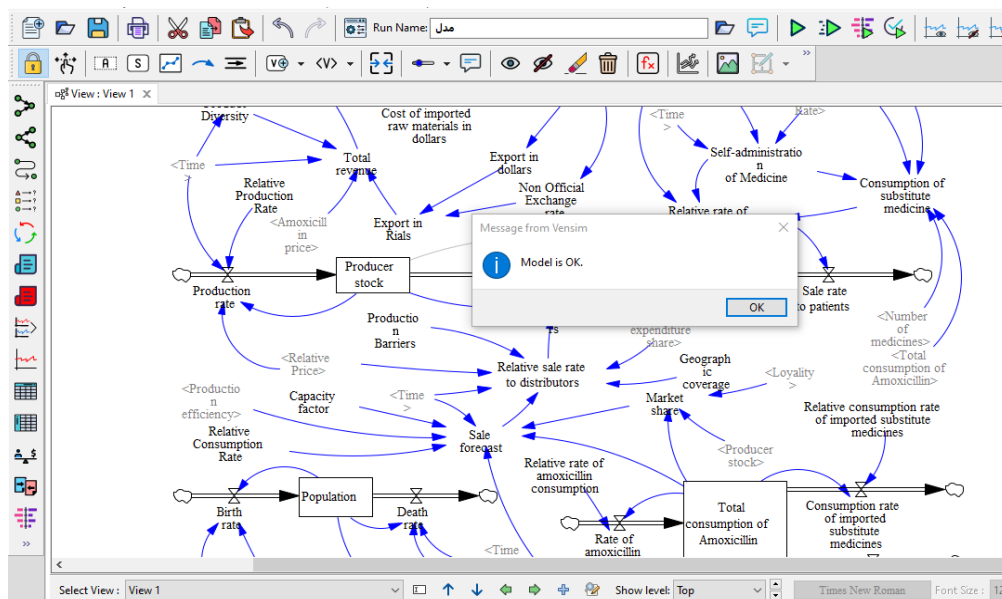
نمودار (۴): نمودار علی- حلقوی



نمودار (۵): نمودار حالت-جریان

آزمون ارزیابی ساختار: همان گونه که شکل (۱) نشان می دهد شبیه سازی و محاسبات مدل تحقیق بدون خطایی صورت گرفته است. بدین ترتیب، با انجام آزمون صحت ساختاری مدل در نرم افزار ونسیم تایید می شود. هدف از این آزمون تطابق معادلات مدل با روابط واقعی می باشد.

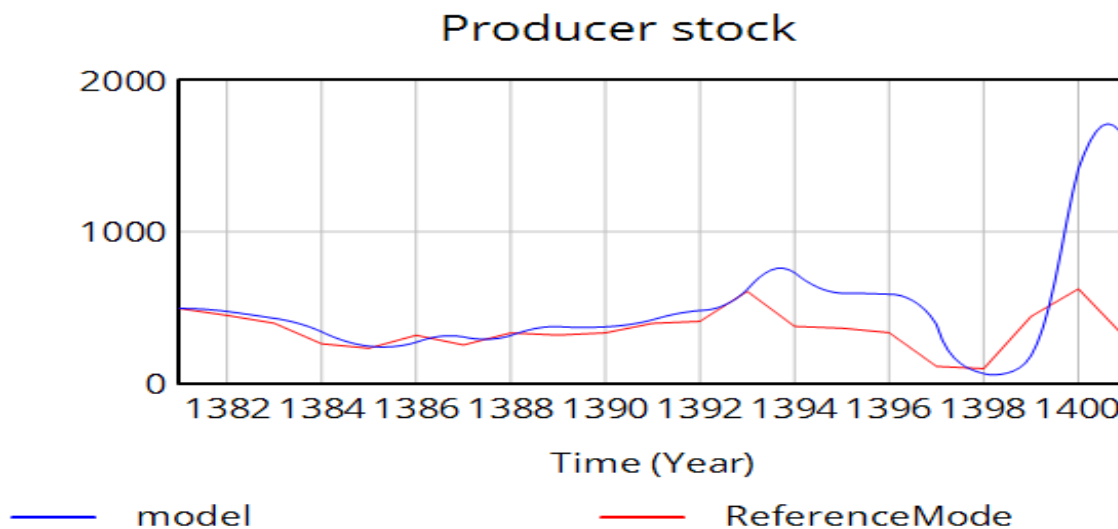
پس از ارایه نمودار حالت-جریان، شبیه سازی سیستم و قبل از بکارگیری مدل جهت تحلیل و سناریوپردازی، می بایست با استفاده از برخی آزمون ها، اعتبار مدل آزمون شود. در ادامه، ابتدا آزمون های اعتبار سنجی شامل آزمون ارزیابی ساختار، آزمون واقعیت سنجی، تحلیل حساسیت و شرایط حدی انجام شده است.



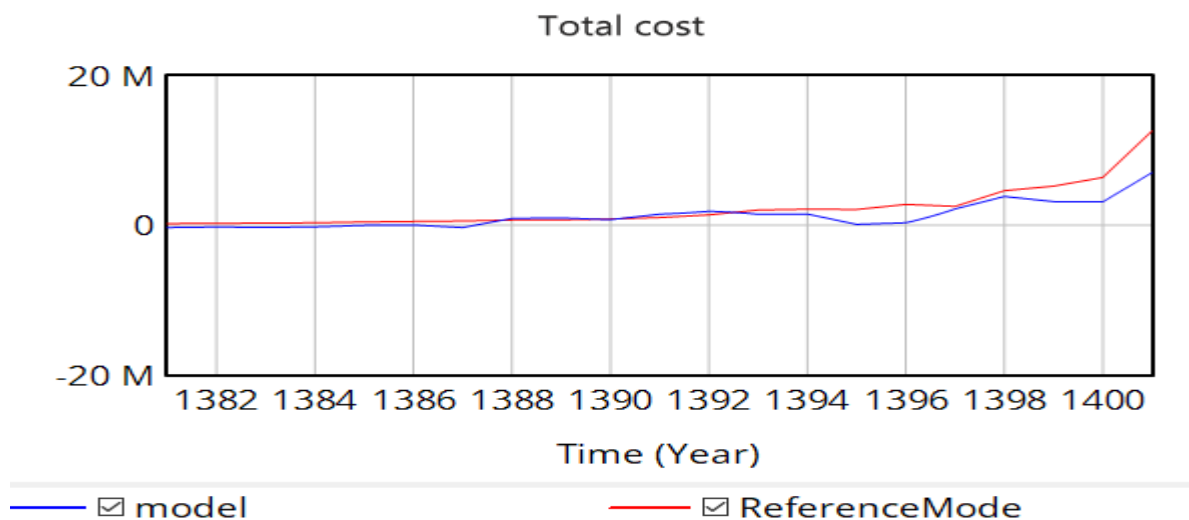
شکل (۱): صحت ساختاری مدل

متغیرهای موجودی تولیدکننده، هزینه کل و درآمد کل با مقادیر شبیه سازی شده این دو متغیر مقایسه شده است. نتایج این مقایسه در نمودارهای (۶)، (۷) و (۸) ارائه شده است.

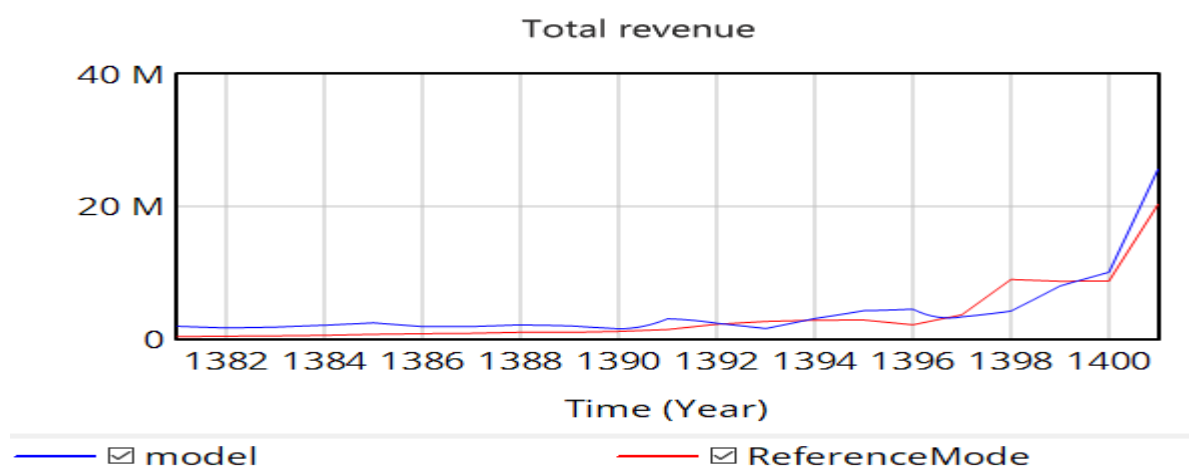
آزمون رفتار مرجع یا واقعیت سنجی: در آزمون رفتار مرجع، متغیرهای شبیه سازی شده با واقعیت مقایسه می شوند. بر اساس این آزمون، تولید رفتار مشابه در مدل شبیه سازی شده باید نزدیک به رفتار واقعی باشد. در پژوهش حاضر، مقادیر واقعی



نمودار (۶): نتایج حاصل از واقعیت سنجی برای موجودی تولید کننده



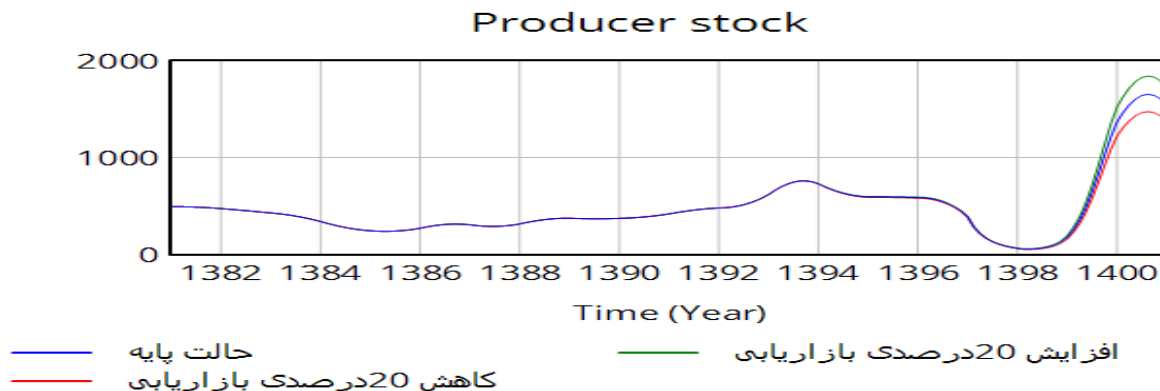
نمودار (۷): نتایج حاصل از واقعیت سنجی برای هزینه کل



نمودار (۸): نتایج حاصل از واقعیت سنجی برای درآمد کل

شود. بدین ترتیب، با تغییر در پارامترها، مرزها و بازه‌های زمانی، تغییرات مقادیر عددی و رفتار مدل بررسی می‌شود. در پژوهش حاضر، تغییر ۲۰ درصدی متغیر بازاریابی بررسی شده و نتایج شبیه سازی مدل در نمودار (۹) ارائه شده است.

**تحلیل حساسیت:** حساسیت یعنی در یک شرایط تعریف شده مشخص و با فرض ثبات سایر متغیرها؛ با تغییر مقدار یک متغیر مستقل، متغیر وابسته چقدر تغییر خواهد کرد؟ وقتی رفتار یک سیستم مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، حساسیت خروجی سیستم نسبت به ورودی آن آزمون می‌شود.



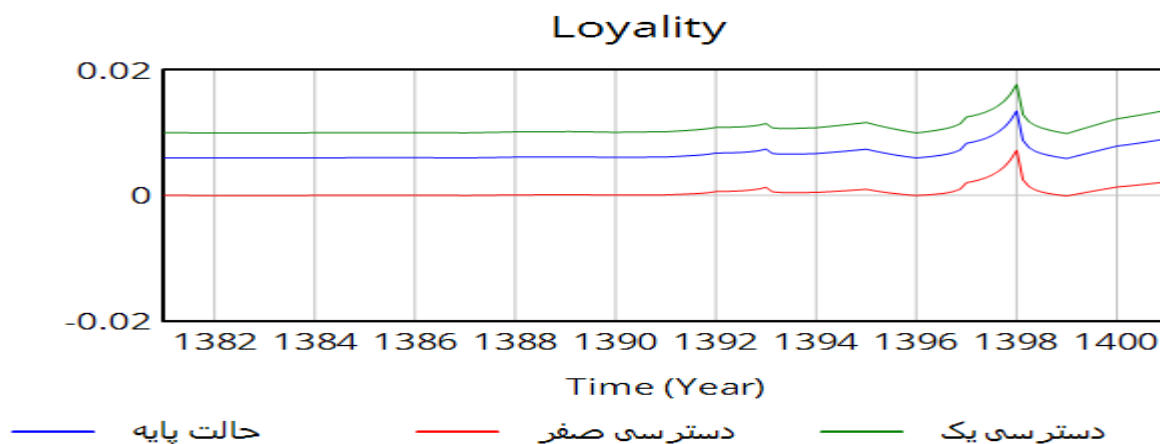
#### نمودار (۹): نتایج حاصل از آزمون تحلیل حساسیت

همان طور که از نمودار (۹) مشاهده می شود با کاهش متغیر بازاریابی، موجودی تولید کننده کاهش می یابد و با افزایش متغیر بازاریابی، موجودی تولید کننده افزایش می یابد. بنابراین، با تغییر هزینه های بازاریابی، مقادیر موجودی تولید کننده حساسیت نشان می دهد اما رفتار آن تغییر نمی کند.

**شرایط حدی:** در آزمون شرایط حدی بررسی می شود که آیا مدل هنگامی که ورودی های آن در شرایط حدی بالاترین و پایین ترین حد ممکن (مانند صفر یا یک) قرار می گیرند، رفتار مناسبی نشان می دهند یا خیر. به عبارت دیگر در این آزمون، پایداری مدل در شرایط حدی سنجیده می شود. هدف آزمون شرایط حدی این است که با تغییر زیاد در پارامترها، آیا مدل رفتار عجیبی را از خود نشان می دهد و دچار خطا می شود یا خیر؟ (فارستر و سنگه، ۱۹۸۰). در تحقیق حاضر، این آزمون برای متغیر دسترسی دارو به اجرا گذاشته شده و نتایج مورد بررسی قرار می گیرد.

همان گونه نمودار (۱۰) نشان می دهد با تغییرات مقدار دسترسی به ترتیب به صفر و یک، وفاداری کاهش پیدا کرده و وفاداری افزایش پیدا کرده است. همچنین، وفاداری رفتار قبلی خود را حفظ کرده و

تغییرات غیرمعقولی صورت نگرفته است. بدین ترتیب، آزمون شرایط حدی، مدل را تایید می کند. بررسی شرایط حدی با قیمت محصول نیز صورت گرفته است. این متغیر از دو کانال متفاوت یعنی



#### نمودار (۱۰): نتایج حاصل از آزمون حدی برای دسترسی

همان گونه نمودار (۱۰) نشان می دهد با تغییرات مقدار دسترسی به ترتیب به صفر و یک، وفاداری کاهش پیدا کرده و وفاداری افزایش پیدا کرده است. همچنین، وفاداری رفتار قبلی خود را حفظ کرده و

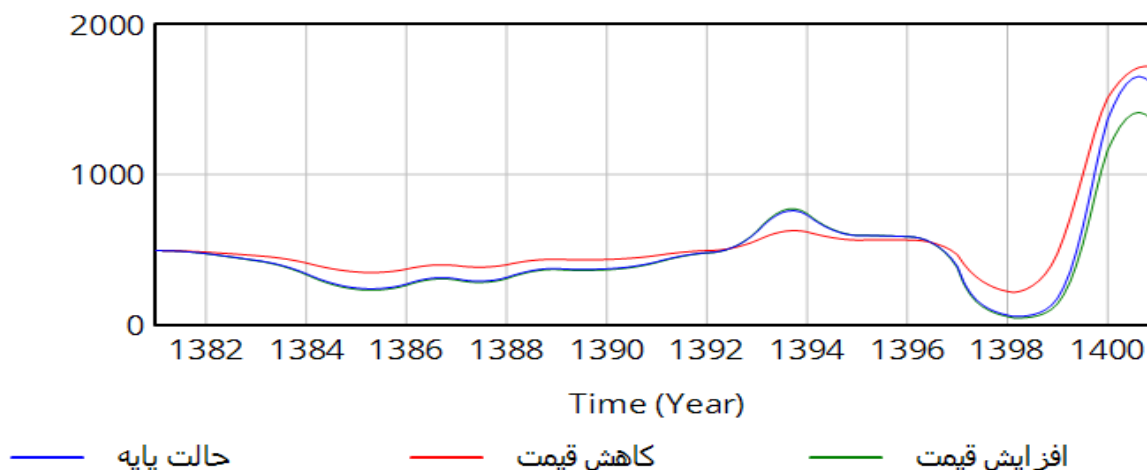
تغییرات غیرمعقولی صورت نگرفته است. بدین ترتیب، آزمون شرایط حدی، مدل را تایید می کند. بررسی شرایط حدی با قیمت محصول نیز صورت گرفته است. این متغیر از دو کانال متفاوت یعنی

<sup>1</sup> Forrester and Senge

منفی بر تولید در مراحل مختلف چرخه عمر محصول دارد. و افزایش قیمت موجب انتقال منحنی به سمت پایین شده و اثر این متغیر در بخش رشد، بلوغ و همچنین افول محصول بیشتر است.

افزایش تقاضا و کاهش سود بر تولید محصول موثر است. با توجه به نمودار (۱۱)، به نظر می رسد اثر تقاضا مسلط شده و منحنی تولید به سمت بالا منتقل شده است. بدین ترتیب، قیمت محصول اثر

### Producer stock

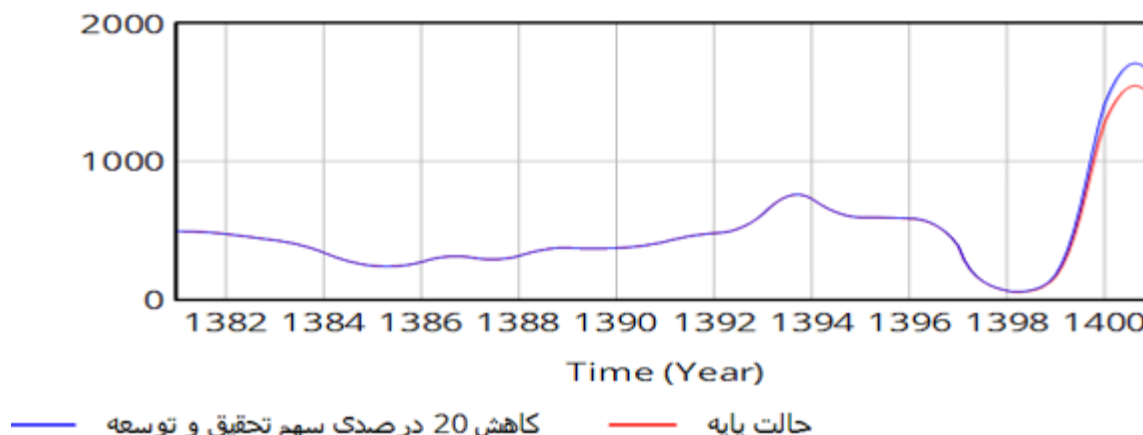


نمودار (۱۱): نتایج حاصل از آزمون حدی برای قیمت

و کارهای دنیا است و ۱۵ درصد درآمد فروش این صنعت، مجدداً در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌شود. این در حالی است که از هر ۱۰ دارو، تنها ۳ دارو پس از ورود به بازار هزینه‌های تحقیق و توسعه خود را پوشش می‌دهد. نوآوری و بازاریابی دو چالش اصلی صنعت داروسازی است و شرکت‌هایی که در این دو حوزه توانمند باشند، موفق‌تر عمل می‌کنند. حلقه منفی B1 در نمودار (۳) نشان می‌دهد که با افزایش درآمد، فعالیت‌های تحقیق و توسعه افزایش می‌یابد و هزینه تحقیق و توسعه، هزینه کل را افزایش می‌دهد. اما در شرایط تحریم به علت وارد نشدن علم و تکنولوژی و تجهیزات جدید برنامه‌های تحقیق و توسعه با چالش مواجه می‌شوند. با توجه نمودار (۱۲) با کاهش ۲۰ درصدی سهم تحقیق و توسعه ملاحظه می‌شود که نمودار چرخه عمر محصول به ویژه در مرحله بلوغ کاهش می‌یابد.

بعد از شبیه سازی و اعتبارسنجی مدل تحقیق، در ادامه، اثرات تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر آموکسی سیلین ارایه شده است. همان گونه که قبلاً مطرح شد، افزایش مخارج تحقیق و توسعه برای حفظ سهم بازار شرکت ضروری بوده و این شرکت با معرفی داروهای مختلف و افزایش کیفیت دارو به ویژه در شرایط تحریم، تلاش کرده است که به سودآوری بالاتری دست یابد. تحقیق و توسعه شامل فعالیت‌هایی است که شرکت‌ها برای نوآوری و معرفی محصولات و خدمات جدید انجام می‌دهند. این فعالیت، اولین مرحله در روند توسعه کسب و کار است و به شرکت امکان می‌دهد تا برای تثبیت جایگاه خود در بازار با دیگر شرکت‌ها به رقابت بپردازد. تولیدکننده‌ها سهمی از درآمد را صرف فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌کنند. هزینه‌های تحقیق و توسعه در صنعت داروسازی معادل یک‌پنجم، هزینه‌های تحقیق و توسعه در کل کسب

### Producer stock

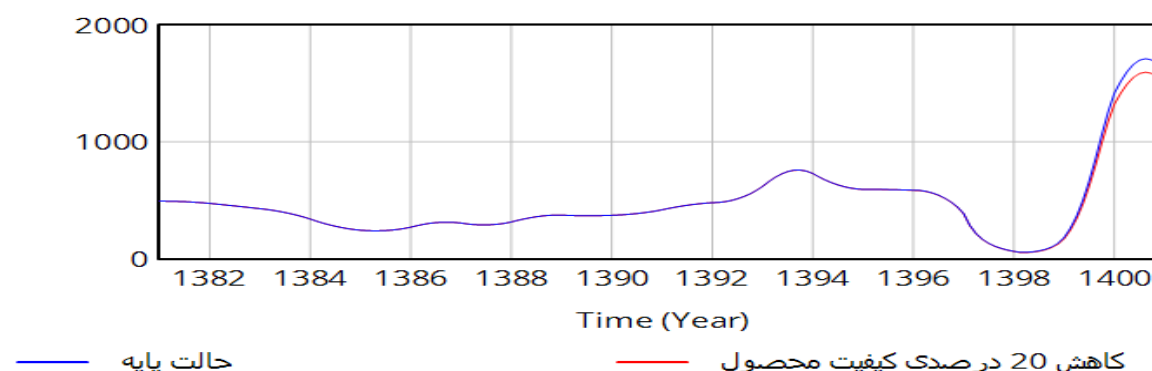


نمودار (۱۲): کاهش ۲۰ درصدی سهم تحقیق و توسعه

قیمت پایین‌تر را ترجیح می‌دهد. اما در شرایط تحریم به علت وارد نشدن مواد اولیه با کیفیت، چون کشور مجبور می‌شود از کشورهای دیگر مواد اولیه وارد کند که کیفیت پایین‌تری دارند بنابراین کیفیت محصول نهایی کاهش می‌یابد. با توجه نمودار (۱۳) با کاهش ۲۰ درصدی کیفیت محصول ملاحظه می‌شود که نمودار چرخه عمر محصول به ویژه در مرحله بلوغ کاهش می‌یابد.

شرکت می‌تواند با افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه، کیفیت دارو را افزایش داده و موجب افزایش رضایت مصرف‌کننده شود. رضایت مصرف‌کننده نسبت به کیفیت محصول موجب وفاداری به محصول می‌شود، و این وفاداری افزایش سهم بازار را به همراه دارد. رضایت مصرف‌کننده علاوه بر کیفیت محصول به قیمت آن نیز بستگی دارد، چون در شرایط کیفیت برابر، مصرف‌کننده محصول با

### Producer stock

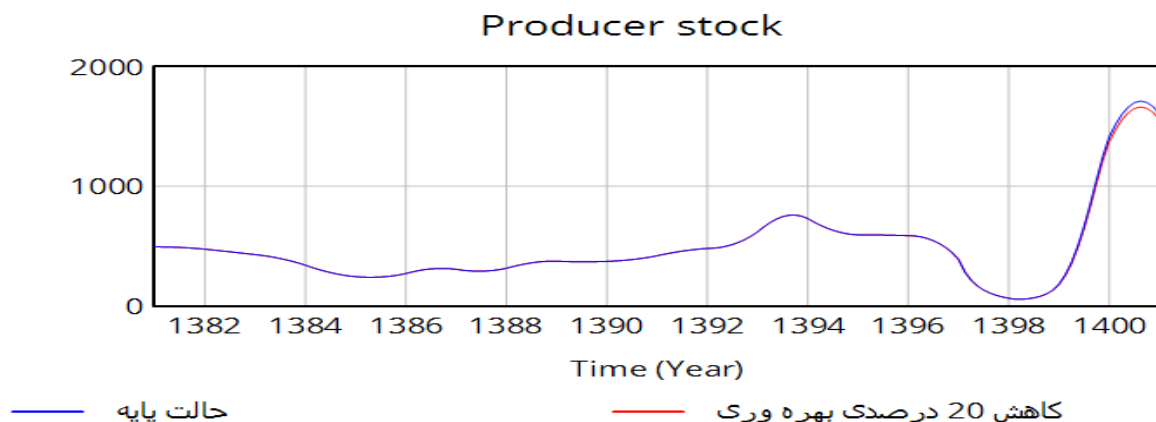


نمودار (۱۳): کاهش ۲۰ درصدی کیفیت محصول

گذاری تحریم‌ها بر بهره‌وری و کارایی بخش‌های مختلف متفاوت است. اما بخش صنعت بدترین عملکرد را از لحاظ بهره‌وری و کارایی داشته‌اند (حسین پور، ۱۳۹۶). با توجه نمودار (۱۴) با کاهش ۲۰

موضوع بهره‌وری و محور قرار دادن رشد بهره‌وری در اقتصاد، یکی از موضوعات مهمی است که در سیاست‌های کلی اقتصاد باید بدان توجه شود. توانمندسازی نیروی کار، تقویت عوامل تولید، و تقویت رقابت‌پذیری اقتصاد می‌باشد. درجات اثر

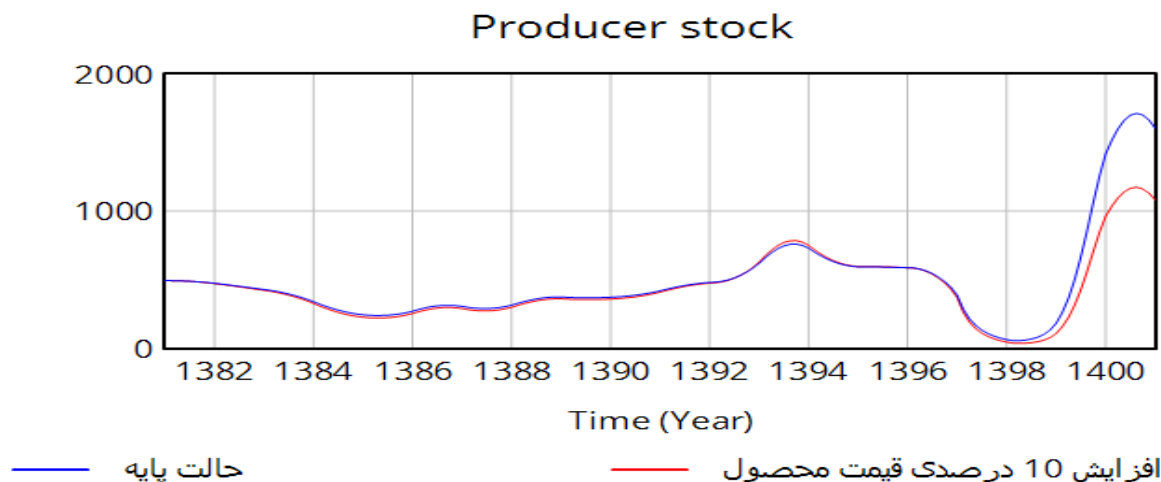
درصدی بهره وری ملاحظه می شود که نمودار چرخه عمر محصول در مرحله بلوغ کاهش می یابد.



نمودار (۱۴): کاهش ۲۰ درصدی بهره وری

که نمودار چرخه عمر محصول در مرحله بلوغ کاهش می یابد. همانطور که نشان داده می شود اثر قیمت بر چرخه عمر در مقایسه با سایر متغیرها قابل توجه است.

قیمت محصول به عوامل مختلفی از جمله قیمت مواد اولیه بستگی دارد. با وجود تحریم و افزایش نرخ ارز، قیمت مواد اولیه افزایش یافته، بنابراین قیمت محصول نیز افزایش می یابد. با توجه نمودار (۱۵) با افزایش ۱۰ درصدی قیمت محصول ملاحظه می شود

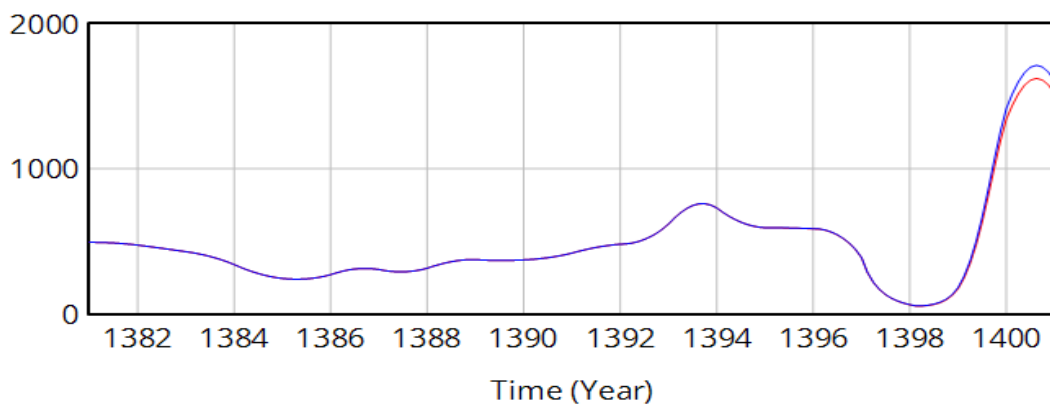


نمودار (۱۵): افزایش ۱۰ درصدی قیمت محصول

۲۰ درصدی رضایت مصرف کننده ملاحظه می فرمایید که نمودار چرخه عمر محصول در مرحله بلوغ کاهش می یابد.

رضایت مصرف کننده به عواملی مانند کیفیت و قیمت بستگی دارد در شرایط تحریم کیفیت کاهش و قیمت افزایش می یابد. بنابراین رضایت مصرف کننده کاهش می یابد. با توجه نمودار (۱۶) با کاهش

### Producer stock



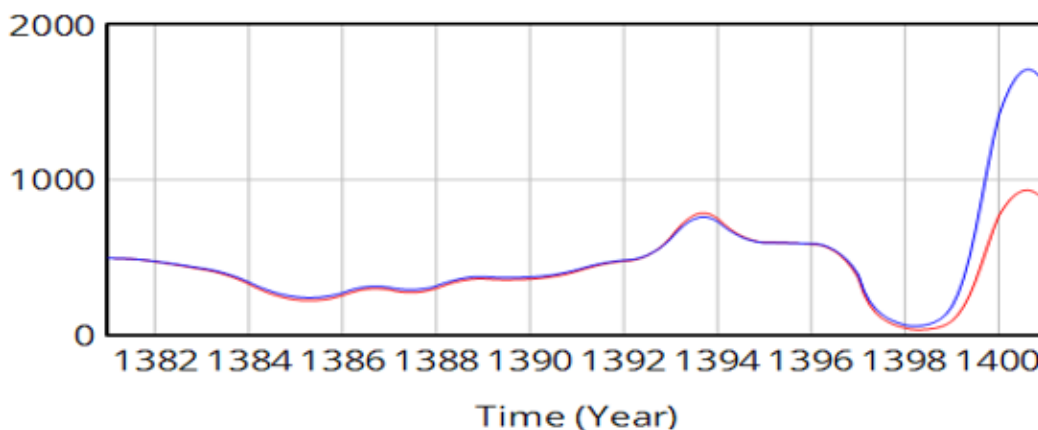
— حالت پایه — کاهش 20 درصدی رضایت مصرف کننده

نمودار (۱۶): کاهش ۲۰ درصدی رضایت مصرف کننده

عوامل را باهم در نظر بگیریم، کاهش شدید چرخه عمر را به ویژه در مرحله بلوغ و افول مشاهده می کنید (نمودار ۱۷).

همان طور که گفته شد تحریم بر متغیرهای زیادی از جمله قیمت، کیفیت، هزینه های تحقیق و توسعه، بهره وری، نرخ ارز و .... موثر است. اگر همه

### Producer stock



— ☒ حالت پایه — ☒ تحریم

نمودار (۱۷): چرخه عمر در شرایط تحریم

اطلاعات مهمی در مورد محصول ارایه می کند که برای تصمیمات استراتژیک قابل استفاده است.

در این پژوهش، پس تبیین مسئله و ارایه ادبیات موضوع، مدل چرخه عمر دارو طراحی و آزمون شد. سپس، اثر تحریم های اقتصادی بر متغیرها بررسی گردید. بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تحریم های اقتصادی از طریق ایجاد موانع بر سر راه ورود مواد

## ۵ جمع بندی و نتیجه گیری

هدف اصلی مطالعه حاضر، بررسی اثر تحریم های اقتصادی بر چرخه عمر داروی آموکسی سیلین در ایران طی سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۴۰۲ است. چرخه عمر محصول مدت زمانی است که محصول وارد بازار می شود تا زمانی که از بازار خارج شود. این چرخه،

برای غلبه بر سرعت افول، توجه جدی به موضوع نوآوری و بهبود عملکرد داروها صورت گیرد. در این راستا استقرار سیستم‌های پشتیبان از قبیل مدیریت دانش و همچنین تخصیص بودجه مناسب برای تحقیق و توسعه امری ضروری می باشد. با توجه به نتایج مقاله حاضر توصیه می شود کاهش و رفع تحریم ها در اولویت سیاست خارجی کشور قرار گیرد. این موضوع علاوه بر ارتقای سلامت عمومی، به طولانی شدن چرخه عمر دارو کمک می کند.

### تأمین مالی

هیچ حمایت مالی وجود ندارد.

### مشارکت نویسندگان

نویسندگان به مفهوم سازی و نگارش مقاله کمک کردند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تأیید کردند و در مورد تمامی جوانب کار توافق داشتند.

### تضاد منافع

نویسندگان اعلام کردند که هیچگونه تضاد منافع وجود ندارد.

### سپاسگزاریها

از همه افرادی که در نگارش این مقاله کمک کردند قدردانی می کنیم.

اولیه، تکنولوژی، تجهیزات و همچنین افت مخارج تحقیق و توسعه و کاهش بهره وری عوامل تولید به کاهش کیفیت محصول منجر شده و با توجه به شبیه سازی تحقیق حاضر، موجب انتقال چرخه عمر محصول به سمت پایین شده است. همچنین، تحریم های اقتصادی با کاهش ارزش پول ملی به افزایش قیمت دارو منجر شده و از طریق کاهش رضایت مصرف کننده، موجب تغییر رفتار چرخه عمر دارو شده است. در این شرایط فروش دارو به افت غیر منتظره مواجه شده و محصول زودتر به دوره افول خود رسیده است.

همانطور که نتایج تحقیق حاضر نشان داد، تحریم های اقتصادی علاوه بر کوتاه کردن چرخه عمر محصول، به واسطه افزایش قیمت ها و نوسانات کیفی دارو ناشی از عدم امکان واردات مواد اولیه مناسب منجر به کاهش رضایت بیماران نیز می شود. چنین چالش‌هایی اگر به موقع و از طریق راهکارهای مناسب رفع نشود حتی ممکن به یک ناهنجاری اجتماعی منجر شده و تبعات سیاسی و اجتماعی زیادی را به دنبال داشته باشد.

باتوجه به نتایج تحقیق، تحریم بیشترین تاثیر را بر دوره بلوغ و افول محصول داشته است. درمورد دوره افول پیشنهاد می شود که در شرایط تحریم

## منابع

- Abbasi, M. and Azimi, H. (2022). Right to Health and US Sanctions under Trump against Islamic Republic of Iran (Sanctions on Drugs and Medical Equipment). *International Studies Journal (ISJ)*, 18(4), 277-308. doi:10.22034/isj.2022.319930.1699 (In Persian).
- Asgari, M. (2024). Evaluating the Impact of Economic Sanctions on the main Economic Sectors of Iran through the Application of a Macro-Econometric Model. *Journal of Defense Economics and Sustainable Development*, 9(32), 29-65 (In Persian).
- Bahmai, J., Bastani, P., and Mohammadpour, H. (2019). Challenges of the impact of sanctions on the country's pharmaceutical situation: A qualitative study, *First Annual Avan Student Congress, Dezful*, <https://civilica.com/doc/1145525> (In Persian).
- Bala, B. K., Arshad, F. M., and Noh, K. M. (2017). *System Dynamics: Modelling and Simulation*, Springer.
- Balali, H., Farzanegan, M. R., Zamani, O., and Baniasadi, M. (2024). Economic sanctions, energy consumption, and CO2 emissions in Iran: a system dynamics model. *Policy Studies*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/01442872.2024.2358842>.
- Bauer, H., and Fischer, M. (2000). Product life cycle patterns for pharmaceuticals and their impact on R&D profitability of late mover products. *International Business Review*, 9(60), 703-725.
- Bergström, R., and Höög, S. (1994). The Impact of Over-the-Counter Switches on the Product Life Cycles of 15 Pharmaceutical Products in Sweden. *Journal of Pharmaceutical Marketing & Management*, 9(2), 25-68.
- Bondemark, A. (2020). The relationship between accessibility and price - The case of Swedish food Stores. *Journal of Transport Geography*, 82, doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102615.
- Costa, A. I. A., Greco, M., Grimaldi, M., Cricelli, L., and Corvello, V. (2006). Inter-organisational innovation processes in the European food and drink industry. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 15(2/3), 191-208.
- Elmi Moghadam, M. Shokri, M. and Mahmoudian, Y. (2013). The Effect of Economic Sanctions on Foreign Direct Investment in Iran: A Fuzzy Approach, *Economic Modeling*, (63)17-4, 71-92, (DOI): 10.30495/eco.2023.1987500.2760 (In Persian).

- Eisazadeh, S., Mahmoovand, R., and Miraali, F. (2022). The effect of economic sanctions on per capita GDP in the Iranian economy using the Synthetic control method, *qjerp*; 29 (100): 289-320, URL: <http://qjerp.ir/article-1-3210-fa.html> (In Persian).
- Eslami Tabar, Sh., and Lame, E. (2019). The effects of sanctions on the pharmaceutical industry based on international documents and standards, *International Conference on Global Economy and Sanctions*, Tehran, <https://civilica.com/doc/988799> (In Persian).
- Fischer, M., Leeflang, P. S., and Verhoef, P. C. (2010). Drivers of peak sales for pharmaceutical brands. *Quantitative Marketing and Economics*, 8, 429-460.
- Forrester, J.W., and Senge, P. M. (1980). Tests for building confidence in system dynamics models. *TIMS studies in the management sciences*. 14, 209-228.
- Gholami Avati, R. Dehghani, M. and Farrokhisarai, H. (2018). Studying the economic situation in the pharmaceutical industry, *International Conference on New Research Achievements in the Humanities and Social and Cultural Studies*, Kharaj, <https://civilica.com/doc/767709> (In Persian).
- Guinee, J. B., Heijungs, R., Huppes, G., Zalmagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., ... and Rydberg, T. (2011). Life cycle assessment: past, present, and future.
- Horvat, A., Bartelet, H. Andersen, D. Behdani, B. and Luning, P. (2021). Uncovering causes of stagnating product sales of a healthy snack: A system dynamics group model building project in a food processing company. *Journal of the Operational Research Society*, 73(8), 1667-1681
- HosseinPour, A. Mahmoudi, N. Rezaei, M. (2017). Examining Total Factor Production Under Economic Sanctions. *Journal of Defense Economics and Sustainable Development*, 2(4), 51-69 (In Persian).
- Imamgholipour, S., and Sefid Dashti, S. (2014). Effects of economic sanctions on the health sector with emphasis on Iran, *Second International Conference on Economics under Sanctions*, Babolsar. <https://civilica.com/doc/309553> (In Persian).
- Jernigan, J. M., Smith, M. C., Banahan, B. F., and Juergens, J. P. (1991). Descriptive analysis of the 15-Year product life cycles of a sample of pharmaceutical products. *Journal of Pharmaceutical Marketing & Management*, 6(1), 3-36.
- Khaleghinezhad, M. (2023). The impact of economic sanctions on the lives of cancer patients in Iran, *Middle East*

- Studies Quarterly*, 30(1), 8. [iran.com/p2588931](http://iran.com/p2588931) (In Persian).
- Kheirandish M., Varahrami V., Kebriaeezade A, and Cheraghali A.M. (2018). Impact of economic sanctions on access to noncommunicable diseases medicines in the Islamic Republic of Iran. *East Mediterr Health J.*, 24(1):42-51. PMID: 29658620.
- Kiumarthy, M. Ahmadi Shadmehri, M. T. Salimifar, M., and Abrishami, H. (2019). The Impact of Financial and Energy Sanctions on Output Gap in Iran. *Iranian Journal of Economic Research*, 24(79), 33-66. doi: 10.22054/ijer.2019.10887 (In Persian).
- Montazeran, J., and Musazadeh, R. (1400). Violation of human rights in pharmaceutical restrictions resulting from Washington's sanctions against Iran; its representation in the American media, *International Media Research Journal* (1)6. 1-27(In Persian).
- Mousavi, A. Mohammadzadeh, M. and Zare, H. (2022). Developing a System Dynamic Model for Product Life Cycle Management of Generic Pharmaceutical Products: Its Relation with Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 8(1):14.
- Mousavi, A. Zare, H. Asadian, A. and Mohammadzadeh, M. (2022). Factors Affecting the Product Life Cycle of Generic Medicines. *Iranian journal of pharmaceutical research*, 21(1), e127039. <https://doi.org/10.5812/ijpr-127039>.
- Nakhaeinejad, M., Farokhzad, A., Akhavan, A. and Zare Mehrjardi, Y. (2022). The effect of bullwhipping on the drug supply chain considering international sanctions with a dynamic systems approach. *Sharif Journal of Industrial Engineering & Management*, 37.1(2), 135-147, doi:10.24200/j65.2021.55544.2114 (In Persian)
- Naneva, N. (2018). *Marketing Strategies During the Product Life Cycle in the Pharmaceutical Industry*, PhD Thesis, Walden University.
- Oliveira, P. S. G. D., Silva, D. D., Silva, L. F. D., Lopes, M. D. S., and Helleno, A. (2016). Factors that influence product life cycle management to develop greener products in the mechanical industry. *International Journal of Production Research*, 54(15), 4547-4567.
- Prajapati, V., and Dureja, H. (2012). Product lifecycle management in pharmaceuticals. *Journal of Medical Marketing*, 12(3), 150-158.
- Shingal, A. (2024) Economic sanctions and domestic diversion, [Economics Letters](https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.111999), 244, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.111999>.

- Sharma, S. H. (2016), Product Life-Cycle Management: Concept and Stages, *Indian journal of research paripex*, 5(10): 65-77
- Soares, B., Ribeiro, I., Cardeal, G., Leite, M., Carvalho, H., and Peças, P. (2021). Social life cycle performance of additive manufacturing in the healthcare industry: the orthosis and prosthesis cases, *International journal of computer integrated manufacturing*, 34(3) 327-340.
- Sobhanian, S. A. Ziaei, S., and Hosseini Ghoncheh, S. J. (1403). The impact of economic sanctions on access to needed medicines in the country (case study: immunosuppressive drugs). *Quarterly Journal of Defense Preparedness and Technology* (In Persian).
- Teramae, F., Makino, T., Sengoku, S., Lim, Y., Natori, T. and Kodama, K. (2020). Research on Pharmaceutical Product Life Cycle Patterns for Sustainable Growth. *Sustainability*.12(21), <https://doi.org/10.3390/su12218938>.
- Yazdi-Feyzabadi V., Zolfagharnasab A., Naghavi S., Behzadi A., Yousefi M., and Bazyar M. (2024). Direct and indirect effects of economic sanctions on health: a systematic narrative literature review. *BMC Public Health*, 24(1), 2242. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19750-w>. PMID: 39154171; PMCID: PMC11330615.
- Zarei Hodk M., Rezaeenezhad I., and Babaei Mehr A. (2020). The United States of American Economic Sanctions Against Iran after Joint Comprehensive Plan of Action and Its Impact on the Health of Patients Including Quaid 19 (A Case Study: Islamic Republic of Iran). *North Khorasan University of Medical Sciences*; 12 (3): 69-76 (In Persian).