

A Model For Data-Driven Strategic Decision-Making Based on Agent-Based Modeling

Vahid Khashei Varnamkhasti

Associate Professor, Department of Business Management, Faculty of Management & Accountin,
Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Email: khashei@atu.ac.ir

 0000-0001-8536-9867

Abstract

The present study aims to explain the effects of privatization in Iran's petroleum products sector (focusing on four major fuel products: gasoline, diesel, fuel oil, and kerosene) and to develop a data-driven decision-making model using an agent-based model and a system dynamics model. The study data were simulated by integrating agent-based modeling with system dynamics, and the resulting forecasts were analyzed using data-mining algorithms and an ARIMA model embedded within the agent-based framework. The findings indicate that privatization in Iran's petroleum products sector leads to an increase in gasoline prices and adaptive behavior among environmental agents; after an approximate one-year period, demand returns to levels close to those observed before deregulation. However, for diesel and fuel oil, consumption does not change substantially, given the substitution effect associated with fuel oil and the cascading impact on the downstream end of the commercial transportation value chain in the case of diesel. Moreover, deregulation of kerosene results in its substitution with other energy sources such as natural gas, and its price—after an initial increase due to price liberalization—exhibits a downward trend as demand declines.

Keywords: Privatization, Iran's Petroleum Products Market, Agent-Based Modeling, Data-Driven Decision-Making, Data-Driven Simulation

Extended Abstract

Introduction

Using information and processing it plays an important role in achieving an appropriate operational strategy. With the rapid growth of market information available through various channels, actors in different markets have gained opportunities to extract information in order to obtain competitive advantage. However, to leverage this advantage, they must be able to manage massive volumes of data from heterogeneous sources and use them to guide their decision-making processes. Energy markets—including crude oil and petroleum products markets—are known as among the most complex in the world due to the large number of actors and the intensity of their interactions. Therefore, understanding the dynamics of these markets is crucial for deriving decision rules and developing a decision-making model for such markets.

The purpose of this paper is to model Iran's petroleum fuel products market based on the behavior of market participants, examining how actors behave and how fuel product prices evolve under two scenarios: privatization and government control. The findings of this study first contribute to strengthening the foundations of data-driven decision-making through computer-based simulation in complex markets, particularly petroleum fuel products markets, and then provide a real-world-grounded system for policymakers and decision-makers in this field to test different scenarios in the aforementioned market.

At present, the fuel products market is governed by the state, meaning that the final price is determined by the government. But if the government's role is removed from the fuel products market, what will happen to this market? How will the new market structure and its actors respond? These are the questions that the present research seeks to address.

Method

In terms of methodology and research tools, the present study employs a real-world simulation using quantitative modeling tools at the micro level. Micro-level modeling in ecosystem analysis goes beyond examining a single part of the system and engages with deeper layers of the phenomenon, as it assumes that the smallest components influence the whole, and that changes in one part of the system can alter the entire ecosystem. To conduct this research, given the presence of agent-dependent processes and the need to link the process level with the agent level, a hybrid approach—combining agent-based modeling and system dynamics modeling—was adopted.

The use of data mining enables the real-time utilization of its results within the developed model, and by feeding the system through online databases, the model effectively becomes both a learning and an adaptive system. The system's output data are analyzed and examined using association rules and classification methods. In addition, the programming language used for data analysis is R, which extracts the results of the required queries from the simulated model.

Results and Discussion

1. Gasoline consumption: Given that price behavior under privatization is expected to exhibit a sharp increase initially, gasoline consumption—being the primary fuel for vehicles—will decline substantially. Subsequently, as the model adapts, consumption will partially return toward pre-privatization levels.
2. Diesel consumption: Diesel consumption under the privatization scenario differs somewhat from the more complex pattern observed for gasoline, since diesel is predominantly used for industrial purposes and commercial transportation. Demand for this product does not change markedly; the initial price shock only reduces part of the demand, which is quickly offset as the prices of other services in the industrial and commercial sectors rise.
3. Kerosene consumption: Kerosene consumption also has its own complexities. Although its consumption accounts for a relatively small share compared with the other petroleum products considered in this study, in the deregulation scenario, the availability of more efficient substitute fuels leads household consumers to switch away from kerosene, causing its consumption to drop sharply. Accordingly, a pronounced decline in kerosene consumption is observed under privatization.
4. Production of petroleum products: Under deregulation, petroleum product prices are determined by the supply–demand mechanism; therefore, after identifying consumption trends, production must also be examined. As shown in the appendix data on Iran’s trade in petroleum products, two products—kerosene and fuel oil—are in an export position, and thus their production does not face major constraints. However, for gasoline and diesel, consumption and production trends must be compared. In the privatization scenario, the gap between gasoline production and consumption is very small, enabling Iran to achieve an export capacity of 1,653 million liters of gasoline. For diesel, the production–consumption gap is estimated at 3,570 million liters

Conclusion

Given the behavior of the petroleum products market and consumer behavior considered in the simulation of this market, agents exhibited different behaviors across the various petroleum products. In response to the question of how fuel product prices behave in this market, the behavior of each of the four main petroleum products was identified as follows:

Gasoline: Under deregulation, gasoline—which accounts for more than 85% of fuel consumed by vehicles—is expected to fall within a price range of USD 0.4 to 1.6 after privatization. This price is determined by three main factors: the cost of producing gasoline, daily demand, and supply conditions, each of which is itself influenced by a set of additional drivers. Regarding customer behavior, after passing through the initial price-shock phase, consumption is expected to return close to the pre-privatization level (an average of 70 million barrels per day), and the product will move into an export position.

Diesel: For diesel fuel, price liberalization initially reduces consumption, but it quickly returns to its baseline level. This effect leads to higher prices for services and

manufactured goods and, through commercial transportation, exerts systemic spillover effects on other markets. The predicted price range for diesel is USD 0.4 to 1.2, and its previous export status is expected to be maintained.

Fuel oil: Fuel oil is a major energy source for power plants, petrochemical complexes, and refineries. Privatization is not expected to have a significant impact on this product due to its relatively low price share; therefore, its consumption and price behavior are expected to remain consistent with past patterns.

Kerosene: Kerosene shows the highest substitution rate in the simulated model (substitution coefficient = 0.83). After privatization and the resulting increase in its price, its consumption declines sharply, and demand for this product is expected to be replaced by liquefied gas and other substitute products.

Overall, the findings suggest that privatization may have substantial effects on other economic variables such as inflation. This policy is likely to cause a temporary reduction in fuel consumption, and subsequently—through its influence on other economic factors—both the price gap and consumption are expected to revert toward their previous levels.

Funding

There is no funding support.

Conflicts of Interest Authors

The authors declare no conflict of interest.

Authors' Contribution

The authors contributed to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the journal officials and referees.

مدلی برای تصمیم‌گیری استراتژیک داده‌محور بر مبنای مدل‌سازی عامل‌بنیان

وحید خاشعی و رنامخواستی

دانشیار گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

Email: khashei@atu.ac.ir

 0000-0001-8536-9867

چکیده

هدف پژوهش حاضر تبیین آثار خصوصی‌سازی در بخش فراورده‌های نفتی ایران (با تمرکز بر چهار فراورده اصلی سوختی بنزین، گازوئیل، نفت کوره و نفت سفید) و ارائه مدل تصمیم‌گیری داده‌محور، با استفاده از یک مدل‌سازی عامل‌بنیان و یک مدل سیستمی است. داده‌های مورد مطالعه براساس ترکیب دو روش مدل‌سازی عامل‌بنیان و مدل‌سازی سیستمی شبیه‌سازی شده است و پیش‌بینی‌های ارائه شده با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی و ARIMA که در داخل مدل مبتنی بر عامل تعبیه شده‌اند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. براساس نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، خصوصی‌سازی در بخش فراورده‌های نفتی ایران باعث افزایش قیمت بنزین و رفتار تطبیقی عوامل محیطی شده و پس از بازه زمانی حدودی یک‌ساله مجدداً تقاضا به نزدیکی حالت قبل از مقررات‌زدایی باز خواهد گشت؛ اما در فراورده‌های گازوئیل و نفت کوره، با توجه به اثر جایگزینی در نفت کوره و تأثیر زنجیره‌ای بر انتهای زنجیره ارزش حمل‌ونقل تجاری در گازوئیل، تغییر زیادی در مصرف این فراورده نخواهد داشت. همچنین مقررات‌زدایی در مورد نفت سفید باعث جایگزینی این فراورده با دیگر منابع مصرفی مانند گاز خواهد شد و قیمت آن نیز پس از افزایش اولیه ناشی از آزادسازی قیمت، به دلیل کاهش تقاضا سیر نزولی به خود خواهد گرفت.

کلیدواژه‌ها: خصوصی‌سازی، بازار فراورده‌ای نفتی ایران، مدل‌سازی عامل‌بنیان، تصمیم‌گیری داده‌بنیان، شبیه‌سازی داده‌محور

۱. مقدمه

استفاده از اطلاعات و پردازش آن‌ها نقش مهمی در به دست آوردن راهبرد مناسب عملکردی دارد. با افزایش روزافزون اطلاعات در دسترس از طریق کانال‌های مختلف بازار، «بازیگران»^۱ بازارهای مختلف فرصت استخراج اطلاعات برای به دست آوردن مزیت رقابتی در بازارهای مختلف را به دست آورده‌اند؛ اما برای استفاده از این مزیت رقابتی، آن‌ها باید بتوانند حجم عظیمی از داده‌ها را از منابع ناهمگون مدیریت کرده و فرایند تصمیم‌گیری خود را هدایت کنند (بوتتا-پویگ، اورتیز و مدینا-بولو^۲، ۲۰۱۵). زمانی فرایند تصمیم‌گیری بسیار مهم‌تر از قبل خواهد بود که فعالیت‌ها و تصمیمات در بازاری پیچیده اتخاذ گردند. بازارهای پیچیده آن دسته از بازارهایی هستند که رشد، تغییر و تکامل در آن توسط فعل‌وانفعالات میان بازیگران بالقوه و بالفعل آن صورت می‌گیرد. پیچیدگی حاصل از تعامل بازیگران این بازارها باعث می‌شود تا سیستم‌های انسانی و نسل قبل سیستم‌های اطلاعاتی قادر به تجزیه و تحلیل این اطلاعات به صورت لحظه‌ای نباشند؛ اما با افزایش روزافزون قدرت پردازش سیستم‌های کامپیوتری، توسعه رابط‌های کاربری، گسترش روزافزون ارتباطات در بستر وب (ملون، یاتس و بنجامین^۳، ۱۹۸۷) و بهینه‌سازی الگوریتم‌های پردازش، می‌توان درک صحیحی نسبت به فرایند درونی این بازارها و نحوه رفتار بازیگران آن نسبت به تغییرات در شرایط مختلف بازار پیدا کرد. برای مثال می‌توان بازارهایی همچون انرژی، حراج‌ها و خرده‌فروشی‌های آنلاین را نمونه‌ای از این بازارها دانست (بیچلر، گوپتا و کتر^۴، ۲۰۱۰).

بازارهای انرژی ازجمله بازار نفت خام و فراورده‌های آن به دلیل بازیگران متعدد و شدت تعاملات آن‌ها به عنوان یکی از پیچیده‌ترین بازارهای دنیا شناخته می‌شوند. از این رو شناخت «پویایی این بازار»^۵ برای به دست آوردن قوانین تصمیم‌گیری جهت ایجاد یک مدل برای تصمیم‌گیری در این بازار بسیار پراهمیت است. مسئله اصلی که این پژوهش را از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌کند وضعیت بازار فعلی نفت خام و قیمت فراورده‌های سوختی نفتی وابسته به آن است. تغییر قیمت نفت باعث می‌شود اقتصاد کشورهای همچون ایران که وابستگی شدیدی به درآمدهای نفتی دارند، تأثیرات عمیقی را در بازارهای نفت و فراورده‌های آن شاهد باشند (صالحی اصفهانی و نفیو^۶، ۲۰۱۵). یکی از این تأثیرات، شکاف متغیر

-
1. Agents
 2. Boubeta-Puig, Ortiz, & Medina-Bulo
 3. Malone, Yates, & Benjamin
 4. Bichler, Gupta, & Ketter
 5. Market Dynamics
 6. Salehi-Isfahani & Nephew

هزینه تولید فراورده‌های سوختی نفتی و قیمت عرضه آن است که مستقیماً از طرف دولت تعیین می‌گردد. شکاف ناشی از تصدی‌گری دولت در امر قیمت‌گذاری فراورده‌های سوختی نفتی باعث ایجاد قاچاق سوخت و ناکارآمدی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف گردیده است (شاهمرادی، مهرآرا و فیاضی، ۱۳۸۹)؛ اما تنها مسئله قاچاق و ناکارآمدی مصرف انرژی مسئله این نوع قیمت‌گذاری و این روش نیست، بلکه رفته‌رفته وابستگی به انرژی‌های فسیلی و مشتقات آن در حال کاهش است و بسیاری از صنایع درصدد جایگزینی انرژی برق با سوخت‌های فسیلی هستند. تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۱۴ درصد از خودروهای جهان تمام برقی خواهند شد و این یعنی ۱۴ درصد وابستگی کمتر به انرژی‌های فسیلی و این روند در بخش‌های دیگر نیز ادامه خواهد داشت. در این شرایط دیگر اعمال سوبسید برای دولت که صادراتش کم شده، بسیار سخت است و در این شرایط سیاست‌های مختلفی همچون آزادسازی قیمت فراورده‌های نفتی توسط مسئولین مطرح می‌گردد که وضعیت بازار را از وضعیت تمرکزگرایی به وضعیت عدم تمرکز یا کاهش تمرکز تغییر می‌دهد. نتیجه اجرای این سیاست ایجاد یک بازار رقابتی با بازیگران متعدد است که در این پژوهش در چهار سطح فیزیکی (زیرساختی- مصرفی)، محیطی، «قانون‌گذاری»^۱ و «اقتصادی-کسب‌وکاری»^۲ مورد بررسی قرار خواهند گرفت که روابط و تعاملات آن تشکیل‌دهنده «قوانین تصمیم‌گیری»^۳ در این بازار خواهد بود.

هدف از این مقاله مدل‌سازی بازار فراورده‌های سوختی نفتی ایران براساس رفتار بازیگران این بازار و نحوه رفتار بازیگران و قیمت فراورده‌های سوختی نفتی در دو سناریو خصوصی‌سازی و تصدی‌گری دولت است. یافته‌های این مقاله ابتدا باعث توسعه مبنای تصمیم‌گیری داده‌محور با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری در بازارهای پیچیده به‌ویژه بازار فراورده‌های سوختی نفتی شده و سپس ایجادکننده یک سامانه مبتنی بر محیط واقعی برای آزمایش سناریوهای مختلف در بازار فوق برای تصمیم‌گیرندگان این حوزه است.

در حال حاضر بازار فراورده‌های سوختی یک بازار با تولی‌گری دولت است، یعنی قیمت نهایی توسط دولت مشخص می‌گردد؛ اما در صورت برداشتن نقش دولت از بازار فراورده‌های سوختی چه اتفاقی برای این بازار خواهد افتاد؟ و ساختار بازار جدید و بازیگران آن در این بازار چه واکنشی نشان خواهند داد؟ تمامی سؤالات مطرح شده موضوعی است که پژوهش پیش‌رو قصد دارد به آن پاسخ دهد.

-
1. Regulatory
 2. Economic/Business
 3. Decision Rules

- پژوهش حاضر با تمرکز بر پاسخ به یک سؤال اصلی یعنی «مدل تصمیم‌گیری داده‌محور مبتنی بر داده‌کاوی عامل‌بنیان» شکل گرفته است که توسط سؤالات فرعی ذیل پشتیبانی می‌شود:
- ❖ مدل تصمیم‌گیری داده‌محور در بازار فراورده‌های سوختی نفتی چگونه خواهد بود؟
 - ❖ رفتار بازیگران اصلی در دو شرایط مدل‌سازی شده چگونه خواهد بود؟
 - ❖ رفتار قیمت فراورده‌های سوختی در شرایط خصوصی‌سازی چگونه خواهد بود؟

۲. پیشینه پژوهش

مقاله «باریکی و کوهی»^۱ (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر خصوصی‌سازی در بخش پایین‌دستی صنایع نفتی کشور نیجریه و تأثیر آن بر تولید ناخالص داخلی و اشتغال در دو بازه زمانی پیش از خصوصی‌سازی در بخش پایین‌دستی و بعد از آن در کشور نیجریه بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۲ پرداخته‌اند. این پژوهش، با استفاده از روش رگرسیون برداری خودکار و واریانس تجزیه‌شده، تأثیر مثبت این سیاست را در افزایش میزان تولید ناخالص داخلی در اقتصاد کلان نیجریه اندازه‌گیری می‌کند. با بررسی سری‌های زمانی سال ۱۹۸۰ تا ابتدای ۲۰۱۳ و بررسی تغییر قیمت نفت در این سال‌ها این پژوهش نتیجه گرفته است که تا سال ۲۰۰۹ افزایش قیمت نفت باعث افزایش تولید ناخالص داخلی شده است؛ اما بر میزان اشتغال‌زایی تأثیر نداشته است؛ اما از سال ۲۰۰۹ تا انتهای سال ۲۰۱۲ به‌صورت مستقل تولید ناخالص داخلی افزایش یافته و اشتغال نیز از این روند پیروی کرده است. یافته دیگر پژوهش کاهش وابستگی اقتصاد کشور نیجریه به نفت در حالت خصوصی‌سازی بوده است.

«مک‌کال»^۲ (۲۰۱۲)، مطالعات دقیقی بر روی سیستم‌های پیچیده و مدل‌سازی عامل‌بنیان انجام داده است. این پژوهش به‌صورت ویژه‌ای به بحث یادگیری عوامل و ایجاد یک محیط تعاملی و خودکار پرداخته است. این رساله دکتری که مربوط به پیاده‌سازی سیاست خصوصی‌سازی در ایالت ایلنویز آمریکا است با استفاده از مدل اطلاعات لایه‌ها توانسته است بخش قابل توجهی از عوامل و ارتباطات آن‌ها را استخراج نموده و سطح دقت مدل شبیه‌سازی شده را به بیش از ۷۰ درصد برساند. این گزارش شامل سه بخش مدل کردن لایه‌ای بازار برق ایالت ایلنویز آمریکا، اندازه‌گیری سیاست خصوصی‌سازی و تحلیل آن با استفاده از طراحی مدل تصمیم‌گیری بی‌درنگ است که نحوه رفتار قیمت برق را در بازار بدون تصدی‌گری دولت در این بخش را محاسبه می‌کند. این مدل نزدیک‌ترین مدل به مدل پیشنهادی

1. Bariki & Kouhy

2. Macal

این پژوهش است که در بخش انرژی الکتریسیته ایالت ایلنویز آمریکا انجام شده است که از لحاظ بازار با موضوع این مقاله متفاوت است.

«سنس‌فاب»^۱ (۲۰۰۷)، در مقاله خود عنوان کرد که با افزایش پیچیدگی‌ها در مسائل مختلف مانند تغییرات آب‌وهوا، سیاست‌های مقررات‌زدایی در بخش انرژی باعث شده است بحث‌های زیادی میان بازیگران بازار انرژی برق برای مشخص کردن «توان بازار»^۲، قیمت انرژی و ... صورت گیرد. همچنین، در ادامه این مباحث آمده است که پژوهش‌ها و ابزار گذشته در حال حاضر پاسخ‌گو سؤالات بازیگران این بازار نیست و روش مدل‌سازی عامل‌بنیان را به‌عنوان یک روش مناسب برای مدل‌سازی و ابزاری مناسب برای پاسخ به سؤالات پیش‌رو این بازیگران می‌داند. مهم‌ترین یافته این پژوهش که شاکله اصلی مدل پیش‌رو این پژوهش را نیز تشکیل می‌دهد مدلی است که برای بازار برق و ابزار مورد استفاده برای مدل‌سازی آن معرفی می‌کند.

نعمت‌الله و مجدزاده (۱۳۹۰)، در مطالعه خود با عنوان «تأثیر نوسانات قیمت نفت اوپک بر تراز تجاری ایران»، با به‌کارگیری یک الگوی ۶ متغیره به بررسی تأثیر نوسانات قیمت نفت سبد اوپک بر تراز تجاری در اقتصاد ایران پرداخته‌اند. این پژوهش تأثیر قیمت نفت بر سطح تولید و سطح عمومی قیمت‌ها از هر دو سمت عرضه و تقاضا را مورد بررسی قرار داده است که سازوکار این تغییرات در بازار فراورده‌های سوختی به‌عنوان کالای سطح یک نفت نیز صدق می‌کند. از این جهت تحلیل عرضه و تقاضا در این پژوهش بسیار حائز اهمیت است. نتایج حاصل از تخمین ضرایب الگو در این پژوهش نشان می‌دهد که تغییرات قیمت نفت سبد اوپک در کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر معنی‌دار و منفی بر تراز تجاری ایران خواهد داشت. این مقاله به برآورد میزان عکس‌العمل تراز تجاری در مقابل شوک‌های برون‌زای نفتی، با استفاده از یک الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) پرداخته است. برآوردها حاکی از آن است که افزایش قیمت نفت اثری منفی بر تراز تجاری در اقتصاد ایران داشته است. به‌طوری‌که یک درصد افزایش در قیمت نفت باعث کاهش معادل ۲۰۳ واحد در تراز تجاری می‌گردد. در نتیجه این پژوهش فرضیه معمول مبنی بر آنکه افزایش قیمت نفت به بهبود تراز جاری منتهی می‌شود را مورد سؤال قرار داده است.

شاهمرادی و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه خود با عنوان «آزادسازی قیمت حامل‌های انرژی و آثار آن بر رفاه خانوار و بودجه دولت از روش داده-ستانده»، آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر قیمت کالاها و خدمات، رفاه دهک‌های درآمدی خانوارها و بودجه دولت را با استفاده از تحلیل‌های

1. Sensfub

2. Market Power

داده-ستانده و جدول سال ۱۳۸۳ بانک مرکزی مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد افزایش ۱۰۰ درصدی قیمت تمامی حامل‌های انرژی باعث افزایش ۸ درصدی در شاخص بهای مصرف‌کنندگان و آزادسازی کامل قیمت حامل‌ها باعث افزایش ۱۰۸ درصدی در شاخص بهای مصرف‌کننده خواهد شد. در شرایط افزایش قیمت ۱۰۰ درصدی حامل‌ها، بیشترین افزایش قیمت‌ها مربوط به بخش حمل‌ونقل (با ۱۷ درصد افزایش) خواهد بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، آزادسازی قیمت حامل‌های انرژی باعث افزایش سطح قیمت‌ها به میزان ۵۵ درصد و سیاست افزایش قیمت حامل‌های انرژی و کاهش یارانه پنهان پرداختی به این حامل‌ها (حتی با وجود جبران کاهش رفاه ناشی از این افزایش قیمت از سوی دولت برای جامعه) باعث کاهش کسری بودجه دولت خواهد شد.

ابریشمی و همکاران (۱۳۸۷)، در مطالعه خود با عنوان «اثر نوسانات قیمت نفت بر رشد اقتصادی برخی کشورهای OECD به‌وسیله تصریح غیرخطی قیمت نفت»، به بررسی نوسانات قیمت نفت بر رشد اقتصادی برخی کشورهای پیشرفته صنعتی (OECD) شامل نروژ، انگلستان و کانادا که جزو کشورهای صادرکننده نفت هستند پرداختند. نتایج تخمین‌های به‌دست‌آمده در مورد کشورهای مذکور نشان می‌دهد که شوک کاهش قیمت نفت اثر معنی‌داری بر رشد GDP نداشته و یا این اثر ناچیز است؛ در صورتی که اثر افزایش قیمت نفت در تمام موارد معنی‌دار و بیشتر از اثر کاهش قیمت نفت بوده است. طبق این مقاله نتیجه مجزایی برای کشورها ارائه شده است که برای مثال در کشور نروژ فرضیه اول مبنی بر نامتقارن بودن اثر قیمت نفت بر رشد GDP تأیید شده و فرضیه دوم مبنی بر این که شوک‌های پولی در کنار شوک‌های قیمت نفت بزرگ‌ترین منبع بی‌ثباتی متغیرهای کلان هستند توسط تجزیه واریانس مورد تأیید قرار می‌گیرد. در مورد فرضیه سوم که مبنی بر اثر مستقیم قیمت نفت به‌عنوان یکی از پارامترهای اثرگذاری بر فعالیت‌های اقتصادی کشورهای OECD بوده نتیجه گرفته شده است که شوک سایر متغیرهای بیشتر از شوک قیمت نفت بر LGDP اثر دارند هرچند نمی‌توان اثر شوک قیمت نفت را در نظر نگرفت.

۳. مبانی نظری پژوهش

۳-۱. پیش‌بینی وضعیت بازار فراورده‌های سوختی نفتی در سناریو خصوصی‌سازی

به‌دلیل متکی بودن بودجه دولتی ایران به درآمدهای نفتی، تغییرات در قیمت نفت و فراورده‌های سوختی نفتی و همچنین تغییر در درآمد حاصل از فروش آن‌ها تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر اقتصاد ایران

دارد. در ایران ۸۰ تا ۹۰ درصد درآمدهای صادراتی و ۴۰ تا ۵۰ درصد بودجه سالانه دولت را درآمدهای نفتی تشکیل می‌دهند (صمدی و همکاران، ۱۳۸۸). منبع اصلی کمک‌های مالی و یارانه‌ها، درآمدهای نفتی است. پس درآمد حاصل از صدور نفت خام و فراورده‌های سوختی نفتی به‌طور غیرمستقیم بر دیگر فعالیت‌های اقتصادی نیز تأثیرگذار است.

تأثیرات کاهش قیمت نفت خام در حال حاضر در صنایع نفتی کشورهای صادرکننده نفت کاملاً قابل مشاهده است. این تأثیرات برای ایران نسبت به دیگر کشورهای صادرکننده بیش از پیش بوده است. ایران در حال حاضر در مرحله عبور از تحریم‌های وضع شده بر نظام اقتصادی است که سال‌های گذشته دشواری‌های زیادی را برای صنایع نفتی کشور به وجود آورده است (صالحی اصفهانی و نفیو، ۲۰۱۵).

با توجه به آمارهای ارائه شده در خواهیم یافت که سیاست‌های اتخاذی در حوزه نفت و فراورده‌های آن تأثیر بسیار زیادی بر اقتصاد کشور خواهد داشت و شبیه‌سازی سیاست آزادسازی قیمت فراورده‌های سوختی نفتی که مورد توجه دولت است (مدیریت برنامه‌ریزی استراتژیک وزارت نفت، ۱۳۹۴)، می‌تواند به بررسی تبعات این سیاست کمک شایانی نماید.

یکی دیگر از قابل توجه‌ترین عواملی که باعث می‌گردد سناریو خصوصی‌سازی را به‌عنوان یک سناریو محتمل دانست، قیمت متغیر نفت در بازار جهانی است. به گفته سید نورالدین شهنازی‌زاده - مدیرعامل شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران - در گفت‌وگو با ایسنا قیمت هر لیتر بنزین با احتساب قیمت نفت خام حدود ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ تومان است که موضوع خود روشن‌کننده نبود عدالت در بحث قیمت فروش و تولید این محصولات است. این بی‌عدالتی ناشی از آن است که با وجود تغییرات شدید قیمت نفت در سال گذشته و کاهش بی‌سابقه آن به زیر ۳۰ دلار در هر بشکه، همچنان قیمت فراورده‌های سوختی ثابت و بدون تغییر بوده است. با توجه به این موضوعات مطرح شده بررسی سناریو آزادسازی قیمت فراورده‌های سوختی بسیار مهم و اساسی به نظر می‌رسد، زیرا استراتژی‌های حاصل از این تصمیم نه‌تنها بدنه دولت بلکه تمامی کسب‌وکارهای حوزه نفت و مواد سوختی را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

۳-۲. توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری استراتژیک در محیط‌های پیچیده

یکی از راه‌های ایجاد مدل‌های تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده استفاده از مدل‌سازی مبتنی بر عامل است. این گونه مدل‌سازی که روشی نوظهور در حوزه طراحی و تجزیه تحلیل بازار و اقتصاد در

سطح خرد به شمار می‌رود ابتدا در شبیه‌سازی رفتار گروه‌های جانوری استفاده گردید (حسین و نیازی^۱، ۲۰۱۱). سپس اقتصاددان‌ها با استفاده از ویژگی‌های این مدل‌سازی و کمک از «نظریه بازی‌ها»^۲ به شبیه‌سازی رفتار سیستم‌های اقتصادی و بررسی سناریوهای مختلف در حوزه بازار و اقتصاد مرتبط با آن پرداختند. این امر باعث گردید تا استراتژی‌های انتخاب شده پیش از اجرا امکان‌سنجی شوند و یا رفتار سامانه به‌صورت بی‌درنگ مشاهده و بهترین تصمیمات در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار گیرد.

در بازارهای پیچیده فعلی رفتار پیچیده عامل‌ها بر چگونگی پیاده‌سازی و توسعه مدل‌های تصمیم‌گیری استراتژیک تأثیر بسیاری می‌گذارد و نکته بسیار حائز اهمیت آن‌که این تأثیر بسیار غیرقابل پیش‌بینی است. پیش از این، مهم‌ترین تحقیقات در حوزه سیستم‌های تصمیم‌گیری بر روی جنبه تکنولوژیکال این سیستم‌ها تمرکز داشتند. محققان و متخصصان حوزه توسعه سیستم‌های اطلاعاتی نیازمند تغییر نگرش از این جنبه‌ها به جنبه‌های پیچیده سیستمی هستند. یکی از عوامل مهمی که توسعه‌دهندگان سیستم‌های اطلاعاتی آن را نادیده می‌گیرند پیچیدگی‌های محیطی و سازمانی است که باعث شکست بسیاری از این سیستم‌ها می‌شود (بنبیا^۳، ۲۰۰۵). در گزارشی که توسط گروه «استندیش گروپ کی‌آس»^۴ در سال ۲۰۰۹ منتشر شده است پروژه‌های مرتبط به سیستم‌های اطلاعات پشتیبان تصمیم‌گیری از ۳۵ درصد پروژه موفق در سال ۲۰۰۶ به ۲۵ درصد در سال ۲۰۰۹، به علت پیچیدگی محیطی تقلیل پیدا کرده است (چیاسون و دکستر^۵، ۲۰۰۱).

سیستم‌های اطلاعاتی مبتنی بر عامل با استفاده از مدل تعاملات میان عامل‌های محیطی به‌خوبی ضعف سیستم‌های اطلاعاتی نسل قبل را برطرف کرده و نوعی از سیستم‌های اطلاعاتی انطباقی محسوب می‌شوند و توسعه مبانی تصمیم‌گیری بی‌درنگ در بازارهای پیچیده به‌وسیله مدل‌سازی کامپیوتری باعث توسعه سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری نسل جدید خواهد شد (ون‌هک و کتر^۶، ۲۰۱۶). بنابراین می‌توان بُعد دوم اهمیت این پژوهش را استفاده از روند جدید ایجاد مدل‌های تصمیم‌گیری در بازار مذکور دانست.

1. Hussain & Niazi

2. Game Theory

3. Benbya

4. Standish Group Chaos

5. Chiasson & Dexter

6. Van Heck & Ketter

۴. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش پیش‌رو از نظر روش‌شناسی و ابزار پژوهش یک شبیه‌سازی دنیای واقعی به‌وسیله ابزار مدل‌سازی کمی در سطح میکرو بهره می‌برد. یک مدل‌سازی سطح میکرو در بررسی اکوسیستم از بررسی بخشی از سامانه فراتر می‌رود و با سطوح عمیق‌تر پدیده سروکار دارد؛ زیرا اعتقاد دارد کوچک‌ترین اجزای آن بر کل تأثیرگذار است و تغییر در بخشی از سامانه کل اکوسیستم را تغییر خواهد داد. یعنی از یک طرف به روابط مابین عوامل و از سوی دیگر به بافت‌های موقعیتی، اجتماعی، سیاسی و فرایندی می‌پردازد تا از همین‌رو اهدافی را محقق سازد، ازجمله این‌که:

۱. ساختار عمیق و پیچیده محیط یعنی «جریان ایجاد پدیده‌های نوظهور» روشن گردد. این هدف برای تحول بخشی و ساخت آینده براساس رویکرد عمیق آینده‌پژوهی می‌تواند به کار رود (مکال^۱، ۲۰۱۲).

۲. شناخت موقعیت و شرایطی که روابط میان عوامل را ایجاد کرده است، این هدف علاوه بر وجه تبیینی آن؛ در شناخت نحوه عملکرد سامانه هم به کار می‌رود (مکال و نورث^۲، ۲۰۰۷).

۳. شناخت بی‌ثباتی سیستم‌ها و تحولات پویا که منجر به کنش‌های سیستمی و غیرسیستمی می‌شود (استیسی^۳، ۲۰۱۵).

برهمن اساس به‌طورکلی می‌توان گفت، مدل‌سازی و شبیه‌سازی با هدف بازسازی ساختار دنیای واقعی ایجاد شدند؛ اما در این حوزه هم ابزارهای زیادی برای شبیه‌سازی دنیای واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند که بسته به شرایط و موضوع متفاوت هستند. در دهه گذشته در زمینه شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده پویا از دو پارادایم سامانه دینامیکس (SD) و مدل‌سازی عامل‌بنیان (AB) استفاده می‌شد (گرو، شوارتز و اسلینگر^۴، ۲۰۱۶)؛ اما در هرکدام از پارادایم‌های مورد بحث ایجاد ارتباط میان بازیگران سامانه و فرایندها مانند تأثیر تصمیمات هر عامل (کسب‌وکار، دولت، انسان‌ها و ...) در سطح میکرو بر سطح فرایندی مانند حلقه‌های فیدبک تشدیدکننده بسیار سخت و غیردقیق بوده است (مارتین و شلوتر^۵، ۲۰۱۵). برهمن اساس ترکیب دو پارادایم مدل‌سازی سامانه دینامیکس و مدل‌سازی عامل‌بنیان می‌تواند به‌خوبی مسائل را در سطوح فرایندی و چندعاملی تبیین نماید (گرو، شوارتز و اسلینگر، ۲۰۱۶).

1. Macal

2. Macal & North

3. Stacey

4. Guerrero, Schwarz, & Slinger

5. Martin & Schlüter

برهمن اساس برای انجام این پژوهش به علت وجود فرایندهای وابسته به عامل و رساندن دو سطح فرایندی و عاملی به هم از مدل هیبریدی یعنی ترکیب مدل سازی عامل بنیان و مدل سازی دینامیکی استفاده شده است.

۴-۱. روش داده کاوی در تحلیل داده‌ها

استفاده از داده کاوی امکان استفاده بی‌درنگ از نتایج آن در مدل ایجاد شده را می‌دهد و با استفاده از تغذیه این سامانه توسط پایگاه‌های اطلاعاتی بر خط عملاً مدل تبدیل به یک مدل یادگیرنده و درعین حال تطبیقی می‌شود. داده‌های خروجی سامانه با استفاده از قواعد انجمنی و طبقه‌بندی تحلیل و مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین زبان مورد استفاده در تجزیه تحلیل داده‌ها زبان برنامه‌نویسی R است که نتایج Query های مورد نیاز را از مدل شبیه سازی شده استخراج می‌نماید.

پژوهش حاضر با تمرکز بر پاسخ به یک سؤال اصلی یعنی «مدل تصمیم‌گیری داده‌محور در بازار فراورده‌های سوختی نفتی» شکل گرفته است. سؤال فوق بیانگر آن است که اگر بازار فعلی فراورده‌های نفتی ایران را با استفاده از داده‌های موجود در محیط و کنش و برهم‌کنش عوامل موجود در آن شبیه‌سازی کنیم تصمیم‌گیری عوامل در این بازار چگونه خواهد بود. به شکل ساده‌تر هر عامل در محیط تحت تأثیر جریانی از داده‌ها قرار می‌گیرد که براساس این جریان داده‌ای، توابع و صفات تعریف شده برای عامل و تصمیمات مبتنی بر آن‌ها طرح‌ریزی می‌شوند. شکل ۱(۱)، نحوه تصمیم‌گیری عوامل را با توجه به داده‌های محیطی نمایش می‌دهد.



شکل ۱: نحوه عملکرد عامل

همان‌طور که در شکل بالا مشخص است، هر عامل دارای ویژگی‌های رفتاری و توابع عملکردی متفاوتی است، بنابراین شبیه‌سازی رفتار هر یک از عوامل در مدل سازی عامل بنیان مهم‌ترین بخشی

است که نشانگر نحوه رفتار مدل بازار فراورده‌های سوختی ایران است که به‌عنوان اولین پرسش فرعی این پژوهش در نظر گرفته شده است. پس از پاسخ به سؤال اصلی و اولین پرسش فرعی پژوهش که خروجی آن، یک مدل شبیه‌سازی شده از دنیای واقعی است سناریو خصوصی‌سازی که در ادامه توضیح داده شده است مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

طرح تصمیم‌گیری داده‌بنیان در بازار فراورده‌های نفتی ایران با استفاده از مدل‌سازی عامل بنیان در سناریو مقررات‌زدایی از نظر نوع پژوهش یک پژوهش کاربردی-بنیادی است که با هدف شناسایی عملکرد بازار فراورده‌های نفتی ایران با تمرکز بر چهار فرآورده اصلی (بنزین، نفت کوره، گازوئیل و نفت سفید) که بیش از ۸۰ درصد از تولیدات این صنعت را شامل می‌شود آغاز گردید و پس از کالیبره کردن مدل شبیه‌سازی شده با استفاده از الگوریتم‌های کامپیوتری سناریوی مقررات‌زدایی در این بازار بررسی گردید.

منظور از خصوصی‌سازی، برداشتن حق تصدی‌گری دولت در بازار فراورده‌های نفتی است؛ یعنی پالایشگاه‌ها براساس قیمت تمام‌شده خود فراورده‌های نفتی را در بازار به فروش می‌رسانند و دولت تنها نقش نظارتی و تنظیم بازار را در شرایط مقررات‌زدایی خواهد داشت «بدیهی است که نتایج حاصل از پژوهش براساس قیمت فراورده‌های نفتی، عرضه و تقاضای محصولات محاسبه می‌گردد».

برهمن اساس می‌توان فرض‌های خصوصی‌سازی را به‌صورت زیر بیان کرد:

۱. آزادسازی قیمت فراورده‌های نفت و عدم دخالت مستقیم دولت در قیمت‌گذاری؛

۲. نقش نظارتی و تنظیم بازار دولت در تعیین قیمت فراورده‌های نفتی؛

۳. قیمت‌گذاری فراورده‌های نفتی براساس عرضه و تقاضا.

فرایند خصوصی‌سازی در بازار فراورده‌های نفتی ایران با استفاده از روش مطالعه تطبیقی تجربیات مشابه این اقدام در کشورهای مختلف از جمله ایالات متحده (شبکه برق در ایالت النویز، ۲۰۰۵)، هندوستان (بازار فراورده‌های نفتی، ۲۰۱۲، بازار انرژی ۲۰۱۵) و نیجریه (بازار فراورده‌های نفتی، ۲۰۱۱) به‌دست آمده است که پیش از این مورد بررسی قرار گرفت. مهم‌ترین ویژگی خصوصی‌سازی اعمال سیاست قیمت شناور است که با استفاده از میزان عرضه و تقاضا روزانه محاسبه می‌گردد؛ در این سیاست صنایع بالادستی خوراک پالایشگاه‌ها را بدون یارانه دولتی در اختیار پالایشگاه‌ها قرار داده و براساس هزینه تمام‌شده پالایشگاه و پیش‌بینی تقاضای روز بعد، قیمت مشخص می‌گردد. این حالت باعث شده است که قاچاق سوخت از بین رفته و پالایشگاه‌ها به دنبال افزایش بازده و کیفیت محصولات خود بروند.

۴-۲. ترکیب رویکردهای مدل‌سازی در مدل بازار فراورده‌های نفتی ایران

همان‌طور که در شکل (۲)، آمده است پس از مشخص کردن متغیرهای مدل بخش فرایندی به‌وسیله مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی و شبیه‌سازی در سطح میکرو به‌وسیله مدل‌سازی عامل‌بنیان صورت می‌گیرد. فرایند مورد استفاده در این پژوهش استفاده از مدل دینامیکی در بخش مدل‌سازی زنجیره تأمین فراورده‌های سوختی و در حقیقت این بخش ورودی اطلاعاتی مدل عاملی را مشخص می‌کند. مدل عاملی نیز براساس عوامل و توپولوژی انتخاب شده کل فعالیت بازار را شبیه‌سازی می‌کند.



شکل ۲: فرایند مدل‌سازی

همان‌طور که در شکل بالا مشخص است پس از پیاده‌سازی سناریو قانون‌زدایی اعتبارسنجی به‌وسیله سناریوهای پایه صورت می‌گیرد؛ این نوع از اعتبارسنجی به معنی مقایسه وضع موجود با مدل در حال تعادل است و بررسی فاکتورهای دنیای واقعی و مدل شبیه‌سازی شده است. با توجه به این که هدف این مدل بررسی سناریو خصوصی‌سازی در بازار فراورده‌های نفتی ایران است و برهمین اساس قرار است به چند سؤال اصلی ازجمله بررسی قیمت این فراورده‌ها در این بازار بپردازد، مفروضات اصلی این شبیه‌سازی به‌صورت زیر خواهد بود:

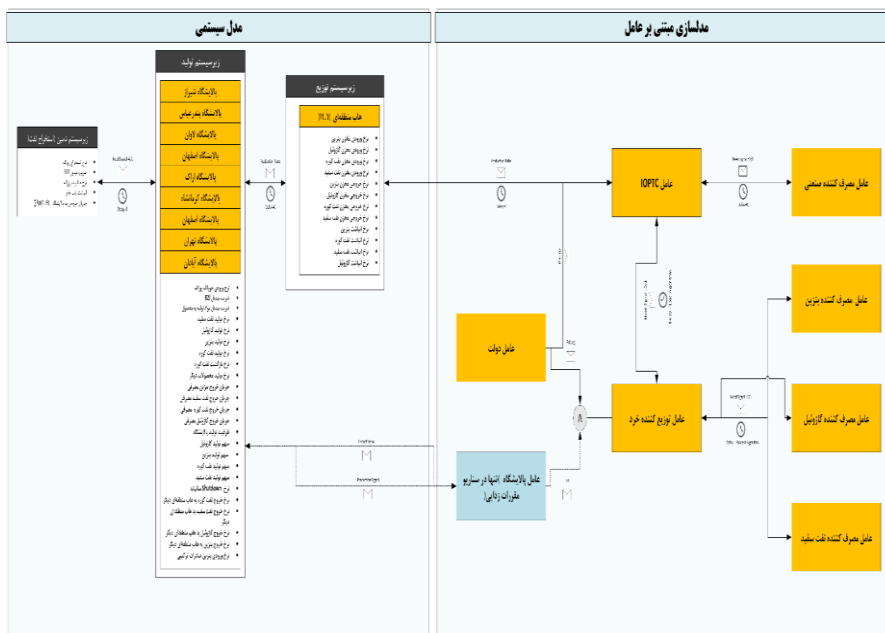
۱. مدل براساس قوانین وضع شده در سال ۱۳۹۶ و قیمت‌های این دوره در نظر گرفته شده است؛

۲. براساس اعلام شرکت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی، چهار محصول بنزین، گازوئیل، نفت کوره و نفت سفید به‌عنوان مهم‌ترین فراورده‌های نفتی (بیش از ۷۰ درصد محصولات پالایشگاه‌ها) به‌عنوان محصولات مورد بررسی انتخاب می‌شوند؛
 ۳. داده قیمت نفت خام و استخراج قیمت فوب‌های خلیج فارس و سنگاپور به‌صورت آنلاین توسط «ای‌پی‌آی»^۱ سایت «اوایل پرایس»^۲ به‌صورت به هنگام دریافت می‌شود؛
 ۴. بازه جغرافیایی مدل‌سازی، کشور ایران است؛
 ۵. عامل جمعیت به‌عنوان مهم‌ترین عامل مصرفی فراورده‌های سوختی براساس آمار سال ۱۳۹۶ سازمان آمار در نظر گرفته شده است؛
 ۶. به ترتیب بخش‌های حمل‌ونقل، صنایع، کشاورزی، ارتش، برق، اصناف، ادارات و کشتیرانی به علت مصرف کمتر از ۱ درصد نفت سفید و بخش‌های کشاورزی، ارتش، اصناف، خانگی، ادارات به علت مصرف کمتر از ۲ درصد نفت گاز، بخش‌های حمل‌ونقل، کشاورزی، ارتش، اصناف، خانگی، ادارات به علت مصرف کمتر از ۱ درصد نفت کوره و همه بخش‌ها به‌جز حمل‌ونقل به علت مصرف کمتر از ۱ درصد بنزین در مدل‌سازی حذف شده‌اند؛
 ۷. دوره عملکرد مدل در بازه زمانی روزانه در نظر گرفته شده است؛
 ۸. استانداردهای تولید فراورده‌های نفتی براساس شاخصه‌های تولیدی پالایشگاه‌های کشور و براساس اطلاعات اعلامی در بورس و گزارشات شرکت پالایش و پخش ایران است.
- شبیه‌سازی صورت گرفته با استفاده از مدل‌سازی ترکیبی شامل یک مدل سیستمی و یک مدل مبتنی بر عامل است که توسط پارامترهای واسطه با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. مدل سیستمی فرایندهای تولید فراورده‌های نفتی را از استخراج تا تبدیل به فراورده‌های نفتی و پس از آن ارسال به مناطق عملیاتی توزیع بر عهده دارد.

1. API

2. Oil Price

این بخش از طریق پارامترهای خروجی تولیدی با مدل مبتنی بر عامل در ارتباط دو طرفه است. در مدل مبتنی بر عامل، عامل پالایشگاه تنها در حالت مقررات‌زدایی معنا خواهد داشت. این موضوع به دلیل آن است که در شرایط فعلی بازار پالایشگاه به همان میزان که تقاضا می‌شود، فرآورده مورد نظر را تولید می‌کند؛ اما در شرایط مقررات‌زدایی این عامل مشخص پیشنهاد دهنده قیمت فرآورده‌های سوختی روز بعد است. شکل (۳)، نحوه عملکرد مدل شبیه‌سازی شده، روابط و پارامترهای مربوط به مدل سیستمی را نمایش می‌دهد.



شکل ۳: مدل مفهومی مدل‌سازی بازار فرآورده‌های نفتی ایران

مدل مبتنی بر عامل استفاده شده در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار anylogic professional نسخه 7.0.2 ایجاد شده است. نرم‌افزار مورد استفاده یک نرم‌افزار مدل‌سازی هیبرید است، به این معنی که به صورت هم‌زمان می‌تواند رویکردهای مدل‌سازی را در این نرم‌افزار پیاده‌سازی کرد و به هم متصل کرد. مدل مبتنی بر عامل این پژوهش شامل ۸ عامل اصلی است که از این میان یک عامل به عنوان عامل محیط فیزیکی شناسایی شده است که پیش از آن پیرامون آن صحبت شد. در حقیقت رفتار این عوامل هستند که یک اکوسیستم را در بازار فرآورده‌های نفتی ایجاد می‌کند که در ادامه به صفات و رفتارهای آن‌ها پرداخته شده است.

عامل: پالایشگاه صفات: ❖ مشخصه پالایشگاه ❖ میزان تولید بنزین ❖ میزان تولید گازوئیل ❖ میزان تولید نفت سفید ❖ میزان تولید نفت کوره اهداف: ❖ ماکزیمم کردن سود (سناریو مقررات زدایی) ❖ انتقال فراورده در اسرع وقت به متقاضی فراورده (حالت فعلی) رفتارها: ✓ راهبرد مناقصه تصمیم گرفتن درباره این که در چه قیمتی و چگونه فراورده‌های نفتی را وارد بازار کنند.
عامل: مصرف‌کننده بنزین صفات: ❖ میزان مصرف سوخت ❖ تعداد هدف: ❖ بالانس کردن قیمت سوخت و مصرف (سناریو مقررات زدایی) رفتار: ✓ پیدا کردن نزدیک‌ترین محل تأمین سوخت؛ ✓ راهبرد هزینه درآمد: تصمیم گرفتن درباره این که در چه قیمتی با چه مکانیسمی سوخت مصرف کند.
عامل: مصرف‌کننده گازوئیلی صفات: ❖ میزان مصرف سوخت ❖ تعداد هدف: ❖ بالانس کردن قیمت سوخت و مصرف (سناریو مقررات زدایی) رفتار: ✓ پیدا کردن نزدیک‌ترین محل تأمین سوخت؛ ✓ راهبرد هزینه درآمد: تصمیم گرفتن درباره این که در چه قیمتی با چه مکانیسمی سوخت مصرف کند.

عامل: مصرف‌کننده نفت سفید صفات: ❖ میزان مصرف سوخت ❖ تعداد هدف: ❖ بالانس کردن قیمت سوخت و مصرف (سناریو مقررات زدایی) رفتار: ✓ پیدا کردن نزدیک‌ترین محل تأمین سوخت؛ ✓ راهبرد هزینه درآمد: تصمیم گرفتن درباره این که در چه قیمتی با چه مکانیسمی سوخت مصرف کند.
عامل: متقاضی صنعتی ❖ میزان مصرف سوخت کشتی ❖ میزان مصرف سوخت نیروگاه‌های برق ❖ تعداد نیروگاه برق ❖ تعداد کشتی‌ها هدف: تأمین سوخت مورد نیاز
عامل: توزیع‌کننده خرد ❖ تعداد ❖ مشخصه توزیع‌کننده هدف: رساندن سوخت به متقاضی
عامل: IOPTC ❖ مشخصه IOPTC ❖ حجم ذخیره‌سازی ❖ تعداد هدف: تأمین سوخت مورد نیاز مصرف‌کنندگان رفتار: ✓ انتقال فراورده‌های نفتی از پالایشگاه به توزیع‌کننده خرد؛ ✓ ذخیره‌سازی فراورده‌های وارداتی؛ ✓ ذخیره‌سازی فراورده‌های نفتی.

وضعیت عوامل در محیط شبیه‌سازی شده باعث می‌شود تصویر دقیقی از نحوه ارتباط آن‌ها به دست آورد. این بخش از پژوهش به نداشت عوامل درون مرز سامانه شبیه‌سازی شده می‌پردازد. منظور از

نگاشت عوامل مشخص کردن نوع ارتباط عوامل با یکدیگر وضعیت نمایش آن‌ها در مدل، توابع عملکردی و رفتاری آن‌ها و همچنین وضعیت ابتدایی آن‌ها می‌شود.

در قسمت مدل سیستمی (سامانه دینامیک) از پژوهش به نحوه مدل‌سازی سیستمی بخش تأمین، تولید و توزیع فراورده‌های نفتی پرداخته شد. در ابتدا نمودار زیرسیستم‌های بخش تولید و تأمین به همراه متغیرهای مورد هر زیرسیستم استخراج شده است و پس از آن نمودار SD برای آن رسم خواهد شد. به علت این که بیشتر دینامیک مدل توسط مدل مبتنی بر عامل شبیه‌سازی می‌شود کشیدن نمودارهای Cusal loop موضوع بحث نبوده و بیشتر بر منطق عملیات تولید تمرکز شده است.

۳-۴. نمودار زیرسیستم‌ها

موضوع مدل‌سازی و تحلیل تجزیه و تحلیل بازار فراورده‌های نفتی ایران در شرایط مقررات‌زدایی با استفاده از مدل‌سازی مبتنی بر عامل، به دلیل ماهیت این بازار، یکی از موضوعات پیچیده و چندبُعدی است. از یک سو، عوامل ترکیبی جمعیتی و صنعتی به عنوان مصرف‌کنندگان اصلی فراورده‌های نفتی در ایران و یکی از مهم‌ترین بخش‌های تحت تأثیر قرار گیرنده که اهرم فشار بسیار قدرتمندی برای پایین نگه داشتن قیمت فراورده‌های هستند که بسیار بر تصمیم‌گیری‌های کلان مؤثر هستند و از سوی دیگر، نواسانات موجود در شرایط اقتصادی کشور که بر قدرت دولت در دادن سوبسید به این بخش اثر مستقیم دارد، باعث شده است تا زنجیره ارزش صنعت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی بسیار پیچیده‌تر از دیگر صنایع هم‌ردیف خود باشد. رفتارهای غیرقابل پیش‌بینی اقتصاد باعث شده است هزینه‌های بخش‌های مختلف این صنعت به شدت با عدم ثبات روبه‌رو شود و هزینه‌های سنگینی را متوجه بخش انرژی کشور نماید که در فصل دوم این پژوهش به آن اشاره گردید.

با توجه به موارد طرح شده، ابعاد گوناگون مسئله که به معنی فاصله گرفتن منابع درآمدی از مصارف هزینه‌ای صنعت پالایش و پخش است، به خوبی روشن می‌شود. مسئله از یک سو به عوامل و متغیرهای جمعیتی، صنعتی، اقتصاد کلان و سیاست‌گذاری بخش انرژی مرتبط است. بر همین اساس، محیط مدل‌سازی مسئله مورد بحث، یک محیط چندبُعدی بوده و عوامل و مفاهیم متعددی بر آن اثرگذار هستند.

شکل‌دهی نمودار زیرسیستم‌های مناسب برای آنکه بتواند تأثیر و تأثرات ابعاد گوناگون را مدنظر قرار داده و از سوی دیگر، مرزهای مدل‌سازی را تبیین نماید، از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این بخش، ساختار زیرسیستم صنعت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی براساس کارکردهای ماژول‌های

زیرسیستمی تشریح خواهد شد. همچنین مبتنی بر مطالعات انجام شده در هر زیرسیستم، مرزهای مدل‌سازی از طریق تبیین متغیرهای درون‌زا، برون‌زا و مستثنای تبیین شده است.

یک نمودار زیرسیستم ساختار کلی یک مدل را نشان می‌دهد. هر زیرسیستم اصلی شامل جریان مواد، پول، کالا، اطلاعات و ... است که همواره با سایر زیرسیستم‌ها در ارتباط است. زیرسیستم‌ها اطلاعات زیادی در مورد متغیرهای درون‌زا و برون‌زا ارائه می‌کنند. نمودار زیرسیستم‌ها مرز مدل و ساختار آن را نشان می‌دهد؛ اما به ارتباط بین متغیرها اشاره‌ای ندارد. این امر توسط نمودارهای علی معلولی انجام می‌پذیرد که در بخش دوم این فاز ارائه می‌شود. با توجه به این که نمودارهای علی معلولی مهم‌ترین ابزار در ترسیم ساختار بازخوردی سامانه است و عملاً علت‌های ایجاد پویایی در سیستم‌ها را تبیین می‌کند. بنابراین گام اول در تحلیل سیستمی، لزوم شناخت صحیح و کارآمد از ساختار زیرسیستم‌های مرتبط با مسئله مورد بحث خواهد بود.

با مرور مباحث نظری ارائه شده در زمینه صنعت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی سامانه فوق را می‌توان به چهار فرایند اصلی تفکیک کرد؛ این فرایندها عبارت‌اند از:

۱. فرایند تأمین خوراک پالایشگاه: انتقال سوخت از چاه‌های نفت (مخازن نفت خام) به سمت

پالایشگاه‌ها از طریق خطوط لوله شرکت IOPTC؛

۲. فرایند تولید فراورده‌های نفتی: تبدیل مواد نفتی خام به فراورده‌های نفتی (مخصوصاً چهار

فراورده اصلی) و ارسال آن به مخازن منطقه‌ای شرکت IOPTC؛

۳. فرایند توزیع فراورده‌ها: این فرایند شامل دو زیر فرایند اصلی است یعنی انتقال سوخت از

طریق مخازن IOPTC به خرده‌فروشان سوخت (جایگاه‌های سوخت) و انتقال سوخت به

مصرف‌کنندگان نهایی مانند نیروگاه‌ها و ...؛

۴. فرایند صادرات: در این فرایند فراورده‌های تولیدی توسط پالایشگاه از طریق خط لوله یا

کشتی‌های نفتکش از کشور خارج می‌شوند.

علاوه بر کارکردهای چهارگانه اشاره شده، متولیان صنعت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی معمولاً خدمات دیگری را نیز با هدف ارتقای کیفیت خدمت‌رسانی به مشتریان خود مانند تقویت ناوگان حمل‌ونقل، فرایندهای پشتیبان مانند بازاریابی، R&D و توسعه زیرساخت را نیز انجام می‌دهند که تحت عنوان فعالیت‌های پشتیبان از آن‌ها یاد می‌شود که در مدل مذکور به علت سهم کم هزینه‌ای (زیر ۵ درصد) خارج از مرزهای مدل قرار می‌گیرد.

همچنین هرکدام از کارکردهای صنعت پالایش و پخش فراورده‌ها نفتی (صادرات، توزیع، تولید و تأمین)، خود دارای شرایط و ضوابط مشخصی در نحوه محاسبه هزینه و چگونگی پرداخت آن است. از این رو، می‌توان هر مجموعه کارکردی از این فرایندها را به‌عنوان یک سامانه مستقل در نظر گرفته و رفتار پویای سامانه مورد نظر را مدل‌سازی کرد. بنابراین، متناسب با نتایج به‌دست‌آمده از مبانی نظری مطرح شده در فصل قبل می‌توان، زیرسیستم‌های اصلی را به شکل زیر تقسیم‌بندی کرد.

❖ زیرسیستم تأمین

❖ زیرسیستم تولید

❖ زیرسیستم توزیع

در ادامه به بررسی هر یک از زیرسیستم‌ها پرداخته خواهد شد.

زیرسیستم تأمین: منظور از زیرسیستم تأمین مجموعه فرایندهایی هستند که خوراک بخش میان‌دستی صنعت نفت را تأمین می‌کنند. بیشتر خوراک مورد استفاده پالایشگاه‌ها نفت خام است که با استفاده از سوختی که خود پالایشگاه‌ها تولید می‌کنند به فراورده نفتی تبدیل می‌شود. متغیرهای اصلی این زیرسیستم شامل موارد زیر می‌شود.

❖ میزان نفت تولیدی روزانه (لیتر): مجموع بشکه نفت ورودی به مخازن نفت کشور چه از طریق swap چه استخراج از چاه‌های نفت (در این مدل به علت بی‌تأثیر بودن حجم swap نفتی در کل شبکه مقدار استخراج نفت در نظر گرفته شده است)؛

❖ قیمت نفت خام فوب خلیج فارس (دلار): قیمت نفت خام فوب خلیج فارس؛

❖ قیمت نفت خام فوب سنگاپور (دلار): قیمت نفت خام فوب خلیج فارس؛

❖ میزان صادرات نفت (لیتر): میزان بشکه صادراتی به کشورهای دیگر؛

❖ میزان مصرف پالایشگاه‌ها از نفت خام (لیتر): مجموع مقدار مصرف نفت خام توسط پالایشگاه‌ها؛

❖ مقدار ذخایر نفت خام کشور (لیتر): مجموع مقدار نفت ذخیره شده در مخازن کشور؛

❖ تبدیل بشکه به لیتر: هر بشکه نفت خام ۱۵۹ لیتر است.

زیرسیستم تولید: فرایندهای مربوط به تولید فراورده‌های نفتی در این زیرسیستم قرار می‌گیرند.

جدول (۱) نشان‌دهنده متغیرهای زیرسیستم تولید است (منظور از مقدار همان نرخ است).

جدول ۱: متغیرهای زیرسیستم تولید

تعریف	واحد	متغیر
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید گازوئیل بندرعباس
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید بنزین بندرعباس
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت سفید بندرعباس
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت کوره بندرعباس
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	سایر فراورده‌های بندرعباس
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید گازوئیل کرمانشاه
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید بنزین کرمانشاه
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت سفید کرمانشاه
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت کوره کرمانشاه
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	سایر فراورده‌های کرمانشاه
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید گازوئیل تهران
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید بنزین تهران
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت سفید تهران
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت کوره تهران
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	سایر فراورده‌های تهران
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید گازوئیل لاوان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید بنزین لاوان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت سفید لاوان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت کوره لاوان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	سایر فراورده‌های لاوان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید گازوئیل اصفهان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید بنزین اصفهان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت سفید اصفهان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت کوره اصفهان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	سایر فراورده‌های اصفهان
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید گازوئیل اراک
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید بنزین اراک
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت سفید اراک
میزان بشکه تولیدی پالایشگاه	لیتر	مقدار تولید نفت کوره اراک

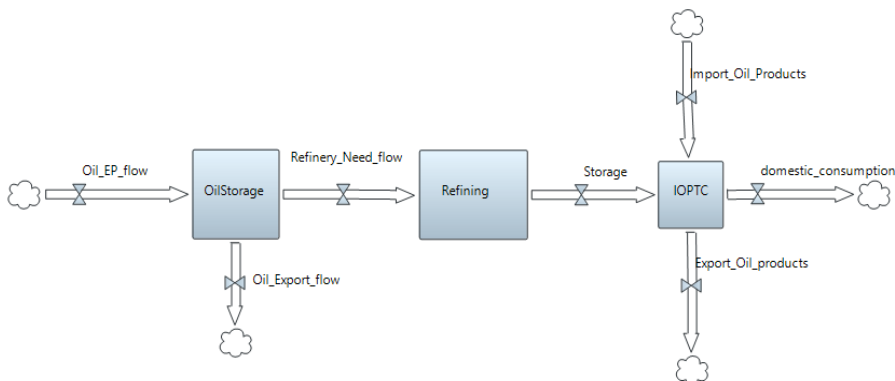
متغیر	واحد	تعریف
سایر فراورده‌های اراک	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید گازوئیل آبادان	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید بنزین آبادان	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید نفت سفید آبادان	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید نفت کوره آبادان	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
سایر فراورده‌های آبادان	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید گازوئیل شیراز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید بنزین شیراز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید نفت سفید شیراز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید نفت کوره شیراز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
سایر فراورده‌های شیراز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید گازوئیل تبریز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید بنزین تبریز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید نفت سفید تبریز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
مقدار تولید نفت کوره تبریز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
سایر فراورده‌های تبریز	لیتر	میزان بشکه تولیدی پالایشگاه
هزینه تمام‌شده تولید بنزین	ریال	هزینه تولید یک بشکه بنزین
هزینه تمام‌شده تولید نفت سفید	ریال	هزینه تولید یک بشکه نفت سفید
هزینه تمام‌شده تولید گازوئیل	ریال	هزینه تولید یک بشکه گازوئیل
هزینه تمام‌شده تولید نفت کوره	ریال	هزینه تولید یک بشکه نفت کوره
بازدهی تولید بندرعباس	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید کرمانشاه	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید لاوان	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید تهران	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید اصفهان	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید اراک	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید آبادان	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید شیراز	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده
بازدهی تولید تبریز	درصد	درصد تبدیل خوراک به فراورده

زیرسیستم توزیع: منظور از زیرسیستم توزیع مجموعه فرآیندهایی است که وظیفه انتقال فراورده‌های نفتی از پالایشگاه را به مناطق یازده‌گانه IOPTC و از مخازن آن به سمت مصرف‌کنندگان نهایی و خرده‌فروشان را بر عهده دارد؛ متغیرهای این زیرسیستم در جدول (۲)، آمده است.

جدول ۲: متغیرهای زیرسیستم توزیع

ردیف	متغیر	واحد	تعریف
۱	نرخ تأمین بنزین	لیتر	میزان مصرف بنزین در منطقه عملیاتی مربوطه
۲	نرخ تأمین گازوئیل	لیتر	میزان مصرف بنزین در منطقه عملیاتی مربوطه
۳	نرخ تأمین نفت سفید	لیتر	میزان مصرف بنزین در منطقه عملیاتی مربوطه
۴	نرخ تأمین نفت کوره	لیتر	میزان مصرف بنزین در منطقه عملیاتی مربوطه
۵	نرخ واردات بنزین	لیتر	تفاضل مصرف و تأمین توسط داخل
۶	نرخ واردات گازوئیل	لیتر	تفاضل مصرف و تأمین توسط داخل
۷	نرخ واردات نفت سفید	لیتر	تفاضل مصرف و تأمین توسط داخل
۸	نرخ واردات نفت کوره	لیتر	تفاضل مصرف و تأمین توسط داخل

در بخش بعدی به ترسیم نمودارهای «حالت-جریان»^۱ پرداخته‌ایم. در شکل (۴)، جریان تأمین، تولید و توزیع توضیح داده شده است.



شکل ۴: نمودار حالت-جریان تأمین تا توزیع فراورده‌های نفتی ایران

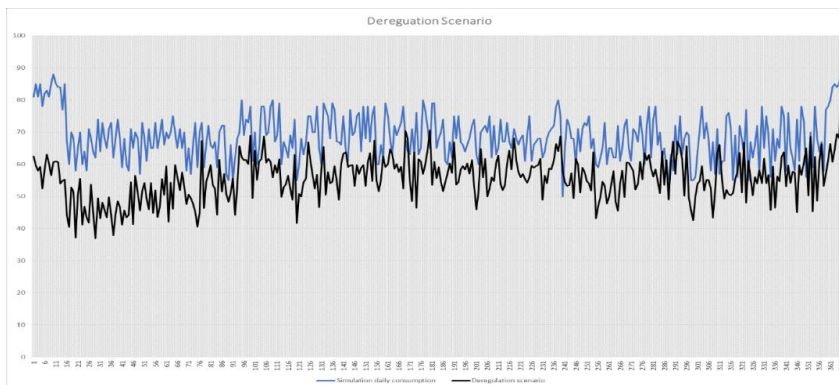
1. Stock-Flow Diagram (SFD)

۵. تحلیل و نتیجه‌گیری

قبل از ورود به نتایج تحلیل سناریو خصوصی‌سازی، مروری بر سؤالات اصلی پژوهش می‌تواند فاکتورهای مدنظر سناریو خصوصی‌سازی و نقاط نتیجه‌گیری را مشخص نماید. سؤالات پژوهش پیش‌رو به شرح زیر است: ۱. نحوه تصمیم‌گیری بازیگران در بازار فراورده‌های نفتی ایران چگونه است؟ ۲. رفتار بازیگران اصلی در دو شرایط مدل‌سازی شده چگونه خواهد بود؟ و ۳. رفتار قیمت فراورده‌های سوختی در شرایط خصوصی‌سازی چگونه خواهد بود؟ پیش از این با توجه به توضیح روابط میان عوامل بازار فراورده‌های سوختی ایران مدل نحوه تصمیم‌گیری با تصدی‌گری دولت مشخص گردید و بر همین اساس عرضه و تقاضای محصولات براساس داده‌های به‌دست آمده شبیه‌سازی گردید. آنچه در این قسمت مورد توجه است پاسخ به سؤالات مربوط به سناریو خصوصی‌سازی است، مهم‌ترین عامل برای پاسخ به این سؤال نحوه تصمیم‌گیری دولت و پالایشگاه‌های برای قیمت‌گذاری فراورده‌های منتخب است. همان‌طور که پیش‌تر مشخص گردید دولت پس از اجرای سیاست قیمت‌گذاری شناور در بازار فراورده‌های سوختی نفتی خود ناظر بر پیشنهاد‌های روزانه قیمت فراورده‌های سوختی نفتی توسط پالایشگاه‌ها براساس پیش‌بینی روز بعد بازار است. در نتیجه با توجه به فرض‌های در نظر گرفته شده برای پژوهش پیش‌رو در سناریو خصوصی‌سازی رفتار قیمت، عرضه و تقاضا برای هر یک از فراورده‌های نفتی به‌جز نفت کوره که سناریو خصوصی‌سازی در آن تأثیر چندانی ندارد، در ادامه آمده است.

۵-۱. مصرف بنزین

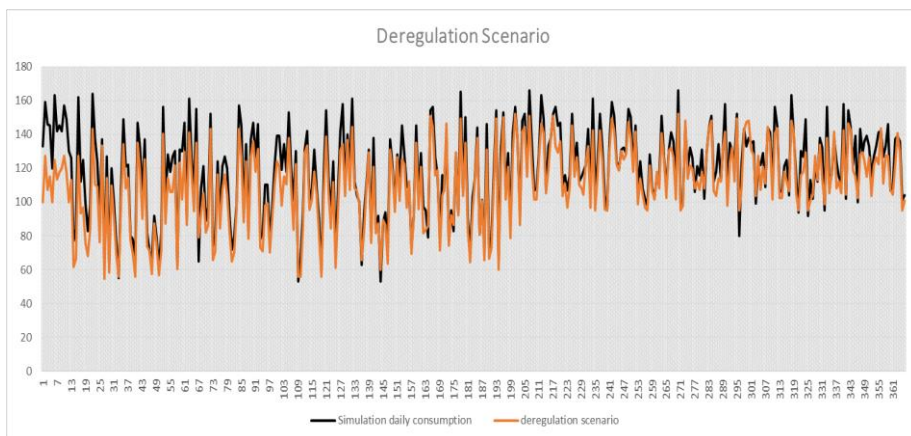
با توجه به این‌که رفتار قیمت در زمان خصوصی‌سازی در ابتدا افزایش شدید خواهد داشت؛ مصرف بنزین که سوخت اصلی وسایل نقلیه است، به‌شدت کاهش یافته و با انطباق مدل مصرف اندکی به شرایط قبل باز خواهد گشت. شکل (۵) مدل مصرف بنزین پس از شبیه‌سازی را نمایش می‌دهد.



شکل ۵: مقایسه مصرف بنزین پیش از خصوصی‌سازی و پس از آن

۵-۲. مصرف گازوئیل

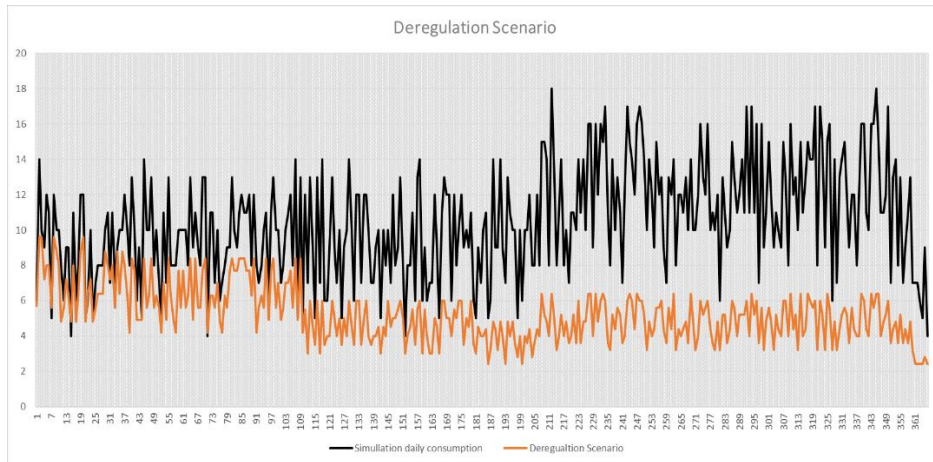
رفتار مصرف گازوئیل در سناریو خصوصی‌سازی کمی متفاوت‌تر از رفتار پیچیده مصرف بنزین است، به علت این که عمده مصرف گازوئیل برای مصارف صنعتی و حمل‌ونقل تجاری استفاده می‌شود. میزان تقاضا این فراورده تغییر چشمگیری نداشته و تنها شوک قیمتی ابتدایی بخشی از تقاضای این محصول را کاهش داده است و به سرعت این تقاضا با افزایش قیمت بقیه خدمات بخش صنعت و تجارت جبران می‌شود. در شکل (۶)، رفتار مصرف گازوئیل در دو شرایط خصوصی‌سازی و تصدی‌گری دولت نمایش داده شده است.



شکل ۶: رفتار مصرف گازوئیل در دو شرایط خصوصی‌سازی و تصدی‌گری دولت

۵-۳. مصرف نفت سفید

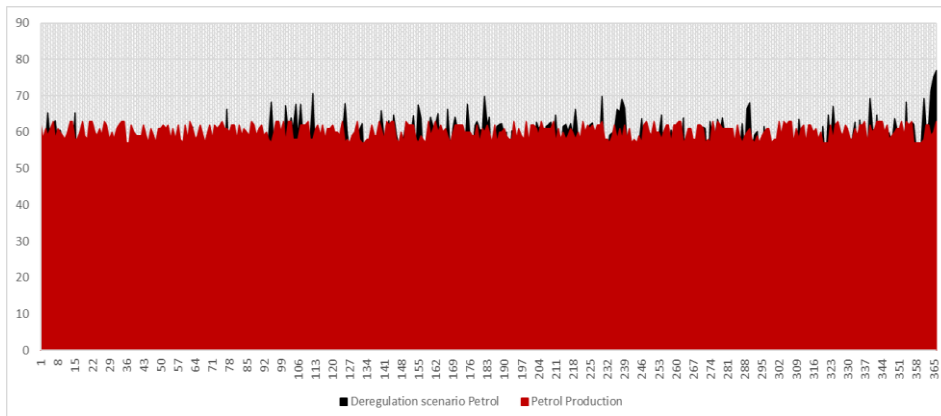
رفتار مصرف نفت سفید نیز از پیچیدگی‌های خود برخوردار است؛ اگرچه مصرف این ماده، سهم ناچیزی نسبت به دیگر فراورده‌های نفتی این پژوهش دارد؛ اما در سناریو مقررات‌زدایی به علت وجود سوخت‌های جایگزین کاراتر مصرف‌کنندگان خانگی به سمت جایگزین کردن آن رفته و مصرف آن به شدت کاهش می‌یابد، بر همین اساس در شرایط خصوصی‌سازی افت شدید مصرف نفت سفید را شاهد هستیم. شکل (۷)، رفتار مصرف نفت سفید پس از خصوصی‌سازی را در مقایسه با قبل از آن نمایش می‌دهد.



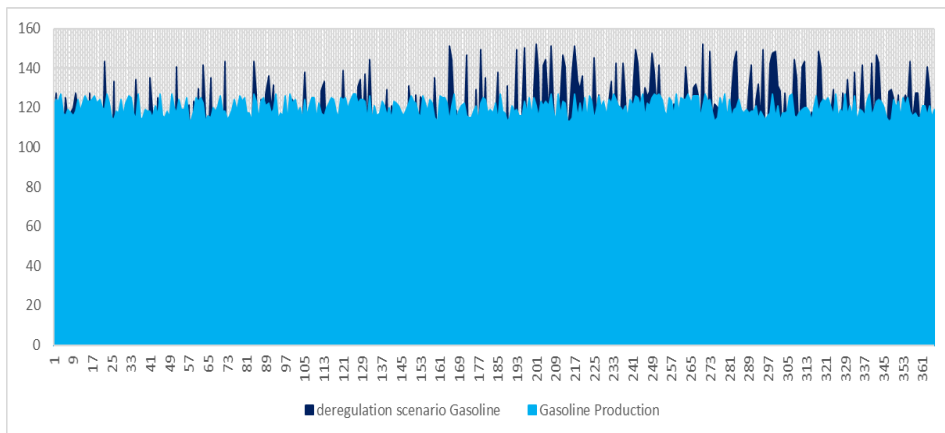
شکل ۷: نمودار مصرف نفت سفید پیش و پس از خصوصی‌سازی

۴-۵. تولید فراورده‌های نفتی

آنچه قیمت فراورده‌های نفتی را در شرایط مقررات‌زدایی مشخص می‌کند فرایند عرضه و تقاضا است؛ بر همین اساس پس از به دست آوردن روند مصرف فراورده‌های نفتی، تولید آن‌ها نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. همان‌طور که در داده‌های واردات فراورده‌های نفتی ایران در بخش پیوست مشخص است دو فراورده نفتی، نفت سفید و نفت کوره در وضعیت صادرات بوده و عملاً بخش تولید آن با مشکل مواجه نیست؛ اما در مورد بنزین و گازوئیل باید دو نمودار مصرف و تولید را بر هم منطبق کرد. در دو شکل (۸) و (۹)، میزان مصرف و تولید با هم تطبیق داده شده است.



شکل ۸: شرایط مصرف و تولید بنزین در سناریو خصوصی‌سازی



شکل ۹: شرایط مصرف و تولید گازوئیل در سناریو خصوصی‌سازی

همان‌طور که از شکل (۸) و شکل (۹) مشخص است، تفاوت تولید و مصرف بنزین در سناریو خصوصی‌سازی بسیار اندک است. این تفاوت اندک باعث می‌شود تا ایران بتواند ظرفیت صادرات ۱۶۵۳ میلیون لیتر بنزین به خارج از کشور را داشته باشد. در مورد فراورده نفتی گازوئیل نیز فاصله تولید و مصرف این فراورده بالغ ۳۵۷۰ میلیون لیتر خواهد بود.

۵-۵. قیمت فراورده‌های نفتی

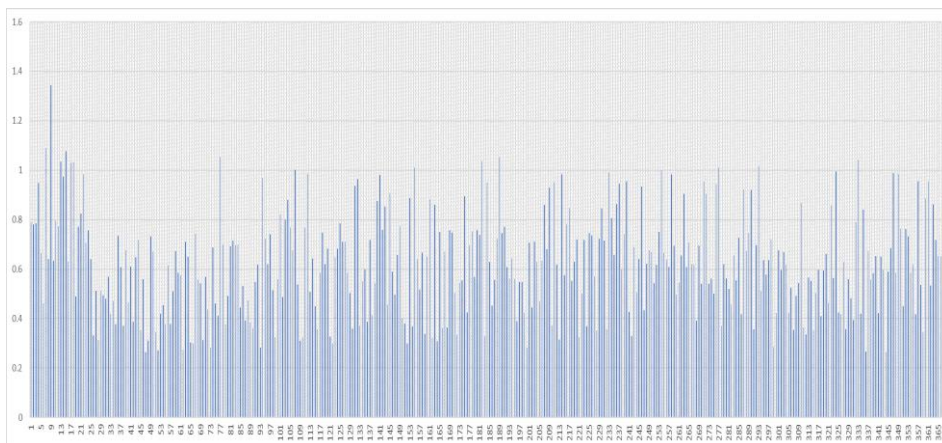
با توجه به وضعیت عرضه و تقاضا با اجرای الگوریتم قیمت‌گذاری و نمودار وضعیت طراحی شده برای قیمت‌گذاری فراورده‌های نفتی، رفتار قیمت محصولات گازوئیل و بنزین با توجه به قیمت جهانی گازوئیل و بنزین یا قیمت تمام‌شده تولید در پالایشگاه محاسبه می‌شود.

۵-۵-۱. قیمت بنزین

با توجه به رفتار عرضه و تقاضای بنزین در شرایط مقررات‌زدایی در طول سال قیمت این فراورده نفتی به علت برابری تقریبی عرضه و تقاضا نوسان چندانی نخواهد داشت و در روزهایی که مصرف این فراورده بیشتر از مصرف خواهد بود قیمت غالب قیمت بنزین وارداتی است که در زمان اجرای مدل برابر با ۱/۴ دلار در هر لیتر محاسبه شده است. به‌طور میانگین نیز با توجه به میزان عرضه و تقاضای بنزین در بازارهای داخلی این فراورده با قیمت ۰/۸ دلار در هر لیتر عرضه می‌شود که در حال حاضر ۳ برابر قیمت فعلی عرضه بنزین در زمستان ۹۶ است. البته قیمت بنزین شامل یک بازه ۹۶/۷ درصدی نرمال

از بازه ۰/۴ تا ۱/۲ دلار در هر لیتر است که بسته به آب‌وهوا شرایط عرضه و قیمت آن براساس الگوریتم مصرف متغیر است.

لازم به ذکر است قیمت نفت و فراورده‌های نفتی فوب خلیج فارس برای محاسبه قیمت بنزین که در فصل دو در بخش قیمت‌گذاری بحث شده است توسط «ای.پی.آی.»^۱ گرفته شده از سایت «ای.آی.آی.»^۲ محاسبه شده است. شکل (۱۰)، قیمت بنزین براساس دلار در هر لیتر را در طول یک سال نشان می‌دهد.



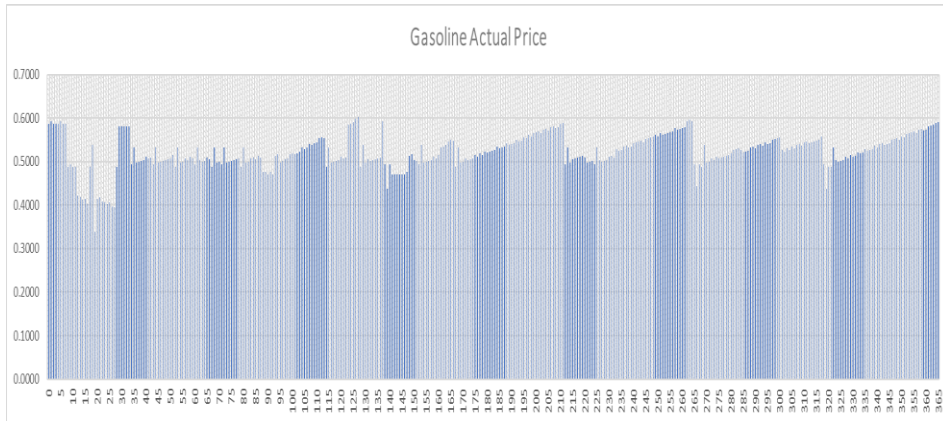
شکل ۱۰: قیمت بنزین در سناریو خصوصی سازی براساس دلار در هر لیتر بنزین

۵-۵-۲. قیمت گازوئیل

همان‌طور که پیش از این اشاره گردید قیمت گازوئیل براساس قیمت فوب خلیج فارس محاسبه می‌گردد و در روزهایی که مصرف بیش از تولید است و در روزهایی که تقاضا بیش از عرضه است قیمت واردات قیمت غالب است. شکل (۱۱)، قیمت گازوئیل را برحسب دلار در هر لیتر در طول یک سال نمایش می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۱۱) نمایش داده شده است به دلیل وابستگی حمل و نقل تجاری به سوخت گازوئیل و تأثیر زنجیره‌ای افزایش سوخت در بخش تجاری قیمت گازوئیل وابسته به عرضه و تقاضا نبوده (تقاضای ثابت) و از نوسان بسیار کمتری نسبت به بنزین برخوردار است. خروجی مدل

1. Application programming interface
2. Energy Information Administration

شبیه‌سازی شده دامنه نوسان قیمت گازوئیل را بین ۰/۵ و ۰/۶ دلار یعنی بازه تغییر ۰/۱ دلاری در هر لیتر را نمایش می‌دهد که نشانگر ثبات در بازار عرضه و تقاضای گازوئیل است.



شکل ۱۱: قیمت گازوئیل با اجرای سیاست مقررات‌زدایی براساس دلار در هر لیتر

با توجه به رفتار بازار فراورده‌های نفتی و در نظر گرفتن رفتار مصرف‌کنندگان در شبیه‌سازی این بازار، رفتار عوامل در هر یک از فراورده‌های نفتی متفاوت بوده است. در پاسخ به سؤال نحوه رفتار قیمت فراورده‌های سوختی در این بازار رفتار هر یک از چهار فراورده نفتی اصلی به صورت زیر شناسایی شده است.

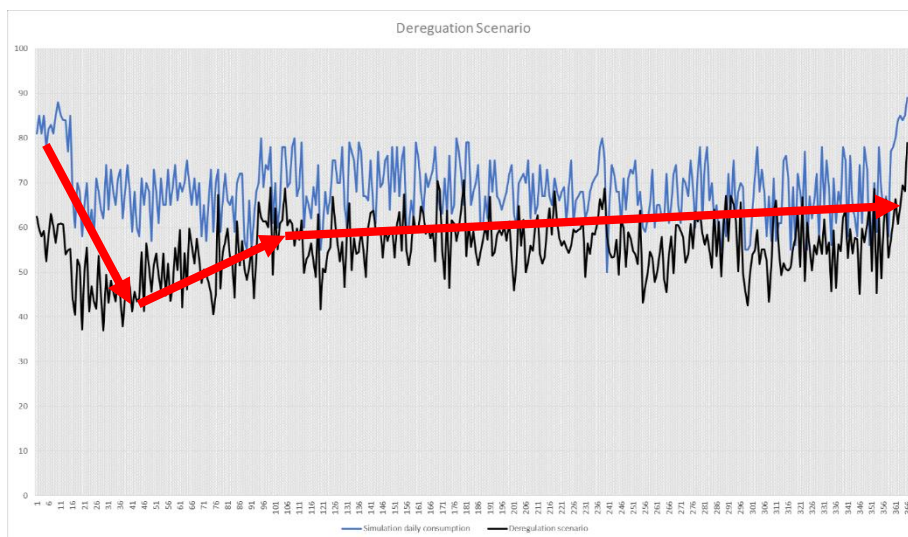
بنزین: در شرایط مقررات‌زدایی باید گفت در بازه بنزین این سوخت که بیش از ۸۵ درصد از سوخت مصرفی خودروهای را به خود اختصاص می‌دهد پس از خصوصی‌سازی در بازه قیمتی ۰/۴ تا ۱/۶ دلار قرار خواهد گرفت و این قیمت براساس سه فاکتور اصلی، قیمت تمام‌شده بنزین، تقاضا در آن روز و وضعیت عرضه مشخص می‌شود که هر یک از فاکتورهای مذکور شامل مجموعه عوامل مؤثر دیگر هستند. در مورد رفتار مشتریان نیز پس از گذراندن مرحله شوک قیمتی مصرف مجدداً به نزدیکی مصرف پیش از خصوصی‌سازی خواهد رسید (روزانه ۷۰ میلیون بشکه به صورت متوسط) و البته محصول در وضعیت صادرات قرار می‌گیرد.

گازوئیل: در مورد فراورده سوختی گازوئیل، اثر آزادسازی قیمت این فراورده در ابتدا باعث کاهش مصرف شده ولی به سرعت به جایگاه اصلی خود برخواهد گشت؛ این اثر باعث افزایش قیمت خدمات و کالاهای تولید شده، این نوع حمل‌ونقل منجر شده و اثر سیستمی خود را بر بازارهای دیگر خواهد

گذاشت. در مورد قیمت این فراورده نیز محدوده قیمت ۰/۴ تا ۱/۲ دلار پیش‌بینی شده و سطح صادراتی پیشین حفظ خواهد شد.

نفت کوره: نفت کوره یکی از منابع سوختی نیروگاه‌ها، پتروشیمی‌ها و پالایشگاه‌های است که خصوصی‌سازی بر این فراورده نفتی با توجه سهم قیمتی اندک این فراورده ندارد و رفتار آن در مصرف و قیمت مطابق گذشته خواهد بود.

نفت سفید: نفت سفید که بالاترین ضریب جایگزینی را مدل شبیه‌سازی شده دارد (ضریب جایگزینی = ۰/۸۳) پس از اعمال شرایط خصوصی‌سازی و افزایش قیمت این سوخت، مصرف آن به‌شدت کاهش یافته و تقاضا برای این ماده نفتی با تقاضای گازمایع و دیگر فراورده‌های جایگزین پُر خواهد شد.



شکل ۱۲: بازگشت نرخ مصرف بنزین در سناریو خصوصی‌سازی

با توجه به مطالب بیان شده به نظر می‌رسد اثر خصوصی‌سازی در دیگر متغیرهای اقتصادی مانند تورم بسیار زیاد بوده و این سیاست باعث کاهش مصرف مقطعی سوخت و در ادامه با تأثیر بر دیگر عوامل اقتصادی فاصله قیمتی و مصرف به حالت قبل باز خواهد گشت. براساس نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهادهای کاربردی زیر ارائه می‌گردد:

- ✓ خروجی‌های شبیه‌سازی شده در این پژوهش نشان می‌دهد سیاست خصوصی‌سازی در بخش فراورده‌های نفتی اگرچه در بخش حمل‌ونقل تأثیر قابل توجهی دارد، اما با کاهش تأثیر اثر سیاست، سیکل بازگشت مصرف در طول یک سال، مجدداً مصرف را به نقطه قبل می‌رساند بنابراین پیشنهاد می‌شود این سناریو با استراتژی‌های پشتیبان مانند توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی و ... حمایت گردد. شکل (۱۲)، نمایش دهنده اثر بلندمدت آزادسازی قیمت بر مصرف انرژی و بازگشت آن به شرایط پیش از آزادسازی است.
- ✓ با توجه به نتایج پژوهش سناریو خصوصی‌سازی باعث افزایش ۲ تا ۳ برابری قیمت بنزین و ۳ تا ۴ برابری قیمت گازوئیل می‌شود و این موضوع می‌تواند تورم کشور را بسیار افزایش دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود این سناریو به صورت پله‌ای یا در طولانی مدت اجرا گردد تا اثرات شوک قیمتی بر دیگر بخش‌های اقتصادی وارد نشود.
- ✓ به علت ضریب جایگزینی سوخت نفت سفید سناریو خصوصی‌سازی و آزادسازی قیمت در این بخش می‌تواند بسیار ثمربخش بوده و مردم را به سمت سوخت‌های پاک سوق دهد.
- ✓ آزادسازی قیمت گازوئیل تأثیر چندانی در کاهش مصرف سوخت نداشته بلکه اثر آن بر دیگر خدمات وارد خواهد شد و این امر می‌تواند باعث ایجاد چرخه تورمی نماید.
- ✓ با توجه به روند جایگزینی فراورده‌های سوختی مانند نفت کوره که قیمت کمی دارد و عدم تأثیرپذیری این فراورده از سناریو خصوصی‌سازی، پیشنهاد می‌شود با توسعه تکنولوژی پالایشگاه‌های کشور شرایط تبدیل این ماده به مواد با ارزش افزوده بالاتر مانند بنزین و قیر مهیا گردد.
- ✓ براساس نتایج به دست آمده، قیمت برخی فراورده‌های نفتی وارداتی در برخی موارد ارزان‌تر از تولید داخلی است بنابراین دولت می‌تواند با سرمایه‌گذاری در بخش توسعه و مدرنیزه کردن پالایشگاه‌های خود میزان حاشیه سود خود را در بخش صادرات این فراورده‌های نفتی افزایش دهد.
- ✓ با توجه به بررسی سرمایه‌گذاری‌های ناتمام صورت گرفته در بخش پالایشگاه‌های نفتی کشور و حاشیه سود پایین این پالایشگاه‌ها پیشنهاد می‌شود با توسعه تکنولوژی پالایشگاه‌های فعلی و شرایط تولید سوخت باکیفیت در آن‌ها حاشیه سود این پالایشگاه افزایش یابد.
- ✓ رده‌بندی کیفی پالایشگاه‌ها می‌تواند در شرایط خصوصی‌سازی عامل محرک تولید و افزایش کیفیت باشد.

فهرست منابع

- ابریشمی، حمید؛ مهرآرا، محسن؛ غنیمی فرد، حجت اله؛ کشاورزبان، مریم (۱۳۸۷). «اثر نوسانات قیمت نفت بر رشد اقتصادی برخی کشورهای OECD به وسیله تصریح غیرخطی قیمت نفت». دانش و توسعه منطقه‌ای، ۱۵ (۲۲)، ۱۱-۲۷.
- شاهمرادی، اصغر؛ مهرآرا، محسن؛ فیاضی، نوید (۱۳۸۹). «آزادسازی قیمت حامل‌های انرژی و آثار آن بر رفاه خانوار و بودجه دولت از روش داده-ستانده». پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۴ (۴۲)، ۱-۲۴.
- نعمت الهی، فاطمه؛ مجدزاده طباطبائی، شراره (۱۳۸۸). «تأثیر نوسانات قیمت نفت اوپک بر تراز تجاری ایران». مدل‌سازی اقتصادی، ۳ (۴)، ۱۵۱-۱۶۹.
- مدیریت برنامه‌ریزی استراتژیک وزارت نفت. (۱۳۹۴، آذر ۲۲). «منافع آزادسازی فرآورده‌های نفتی بر اقتصاد ایران». (پ. ا. آتیسام، مصاحبه‌کننده).
- صمدی، سعید؛ یحیی‌آبادی، ابوالفضل؛ معلمی، نوشین (۱۳۸۸). «تحلیل تأثیر شوک‌های قیمتی نفت بر متغیرهای اقتصاد کلان در ایران». فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۱۷ (۵۲)، ۵-۲۶.

References

- Benbya, H .(2005) .The dynamic interaction between institutional and cultural mechanisms in knowledge management systems effectiveness *Academy of management annual meeting* .Honolulu: HI.
- Bichler, M., Gupta, A ,Ketter, W .(2010) Research Commentary —Designing Smart Markets *Information Systems Research*.
- Boubeta-Puig, J., Ortiz, G & ,Medina-Bulo, I. (2015) MEdit+CEP: A model-driven solution for real-time decision making in SOA *Knowledge-Based Systems* ,Article In Press.
- Chiasson, M & ,Dexter, A (2001) Systems development conflict during the use of an information systems prototyping method of action research *Information Technology*.
- Guerrero, G., Schwarz, P & ,Slinger, J (2016) A recent overview of the integration of System Dynamics and Agent-based Modelling and Simulation *System Dynamics Society* .Delft: Delft University of Technology.
- Hussain, A & ,Niazi, M (2011) .Agent-based computing from multi-agent systems to agent-based Models: a visual survey *Scientometrics* 1-21.
- M.Macal, C & ,J.North, M (2007) *Managing Bussiness Complex* .New York: Oxford University Press.
- Macal, C (2012) *Simulating Complex Systems: Applications to Energy* .Austin: University of Texas at Austin's Energy Symposium.
- Malone, T., Yates, J & ,Benjamin, R (1987) Electronic markets and electronic hierarchies. *Communications of the ACM*.
- Martin, R & ,Schlüter, M (2015) Combining system dynamics and agent-based modeling to analyze social-ecological interactions—an example from modeling restoration of a shallow lake *Frontiers*.
- Nephew, R & ,Salehi-Isfahani, j (2015) *SUSTAINED, IMPLICATIONS OF LOW OIL PRICES ON IRAN* : Columbia University.
- Ralph.D. Stacey, C. M (2015) *Strategic Management and Organisational Dynamics: The challenge of complexity to ways of thinking about organisations* .California: Trans-Atlantic Publications.