Industrial Management Studies
Vol. 21, No.68, Spring 2023; P 35-66
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2023.68936.2798

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 25/04/2023
Received: 12/07/2022
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Determining the Optimal Price in the Steel Industry Using Multilateral Monopoly Patterns with the Approach of Neural Networks and Game Theory

Mina Kazemian — Ph.D. student in Industrial Management, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Mohamad Ali Afshar Kazemi * — Associate Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Kiamars Fathi Hafshejani — Assistant Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University South Tehran Branch, Tehran, Iran

Mohammad Reza Motadel — Assistant Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran

Abstract

Introduction

The field of supply chain management has focused on crucial topics such as coordination, cooperation, and competition among chain members. Game theory has emerged as a valuable tool for examining supply chain management issues, as it analyzes various situations and their impact on supply chain performance (Naimi Sediq et al., 2013; Shafi'i et al., 2018). While every action and performance within the supply chain influences the outcomes of the game, it does not solely determine them. The goal is to balance the parties involved in the supply chain and create satisfaction for the end customer (Metinfer et al., 2018).

Although extensive research has been conducted in supply chain management within the steel industry, the impact of sanctions on Nash equilibria and the application of three approaches (Cournot, Stackelberg, and

* Corresponding Author: m_afsharkazemi@iauec.ac.ir

How to Cite: Kazemian, M., Afshar Kazemi, M. A., Fathi Hafshejani, K., Motadel, M. R. (2023). Determining the Optimal Price in the Steel Industry Using Multilateral Monopoly Patterns with the Approach of Neural Networks and Game Theory, *Industrial Management Studies*, 21(68), 35-66.

collusion) to achieve game balance in different scenarios have not been thoroughly investigated. This research aims to fill this gap by addressing the mentioned research question. The current study focuses on determining the optimal price using an intelligent decision-making system based on game theory within the steel industry, considering the presence or absence of the sanctions variable.

Our country currently possesses several relative advantages in terms of steel production conditions, including abundant and affordable energy, iron ore and refractory raw materials, considerable steel production experience, and a skilled and cost-effective workforce. By acquiring new production technology, these advantages enable our country to play a competitive and influential role in the global steel market. However, the steel industry faces significant challenges such as price fluctuations, extreme price disparities across regions, and delayed delivery due to a lack of efficient supply chain management. Therefore, the main research question aims to provide a model that incorporates key variables, such as the supply and demand of final and intermediate products in the steelmaking industry and the future trends in production and quantity changes.

Research method

This article introduces a composite model that combines artificial neural networks and game theory to assist stakeholders in the steel industry in determining optimal production levels and price levels. To predict the price of steel, three techniques were employed: Bayesian neural networks, support vectors, and Grassberg anti-diffusion. Additionally, to address the issue of binary identification in the neural network, three different network structures were introduced: feedforward network structure, competitive network structure, and backward associative memory network structure.

Research findings

The first scenario is the non-cooperative game (Cournot model scenario) where each participant aims to maximize their profit and would not deviate from their strategy as it would lead to a reduction in their profits. The second scenario is the sequential non-cooperative game (Stackelberg model scenario), in which two chains engage in a confrontation of the Stackelberg game type. The leader's goal is to determine the best strategy while considering all rational strategies that follower players can employ to maximize their income. This scenario demonstrates that the rate of price and profit increase is lower compared to sequential and cooperative game modes. The third scenario is the cooperative game (collusion model scenario). In this scenario, the allocation of profits among the cooperating members is crucial to ensure the stability of their cooperation. The Grassberg anti-

diffusion method exhibits higher accuracy due to its higher true positive (TP) and true negative (TN) values compared to other algorithms. Additionally, it has fewer false positives (FP) and false negatives (FN) because a higher TP and TN indicate more accurate predictions in the tested dataset, while FP and FN represent incorrect predictions. The inclusion of the sanctions variable as a moderating factor in the steel price forecasting model accounts for the potential reduction in production and increased cost price. Through the model, it was discovered that the Grossberg method yields more accurate steel price forecasting. Consequently, price forecasting in the model is based on the Grossberg method.

Research results

The results indicate that transitioning from the Cournot game to the Stackelberg game and from the Stackelberg game to the collusion game in the steel industry's supply chain leads to a $6 increase in price per ton and a product supply ranging from 1500 to 4000 tons. In other words, as collusion in the steel market intensifies, more products are introduced into the market, resulting in an increase in product prices and a decrease in the welfare of steel consumers. According to the findings, increased competition in the industry reduces the profitability and production levels of producers while enhancing consumer welfare. Conversely, higher levels of monopoly exhibit the opposite effect. To maintain a balanced supply chain in the steel industry and prevent potential problems, it is recommended to adopt the Stackelberg game approach, which aligns more closely with reality. It is worth noting that the order in which players enter the game impacts the Nash equilibrium. Therefore, exploring market entry monitoring regulations and rules in this industry becomes crucial since the steel industry involves high entry and exit costs. Policymakers and industry managers should consider monitoring the entry and exit of players, formulate game standards and rules among market participants. Based on the results, the primary recommendation of this research is to increase competition intensity and adopt the Cournot approach in the industry to reduce prices and increase production. Additionally, enhancing international relations and diplomatic efforts will mitigate the impact of sanctions on the industry, leading to cost price improvements and an increase in the level of comparative advantage at the international level.

Keywords: Optimal price, Neural network, Game Theory, Cooperative games, Non-cooperative games, Steel Industry.

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۵

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیست و یکم، شماره ۶۸، بهار ۱۴۰۲، ص ۳۵ تا ۶۶

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/jims.2023.68936.2798

تعیین قیمت بهینه با استفاده الگوهای انحصار چندجانبه؛ رویکرد شبکه‌های عصبی و نظریه بازی‌ها

مینا کاظمیان — دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمدعلی افشارکاظمی * — دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

کیامرث فتحی هفشجانی — استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

محمدرضا معتدل — استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

چکیده

یکی از چالش‌هایی که صنعت فولاد با آن روبه‌رو می‌باشد، اداره و مدیریت زنجیره تأمین می‌باشد. بر این اساس در تحقیق حاضر بر اساس سناریوهای ۳ گانه عدم همکاری و حرکت هم‌زمان (کورنو)، عدم همکاری و حرکت ترتیبی (استکلبرگ) و رفتار همکاری (تبانی)، در زنجیره تأمین فولاد پرداخته خواهد شد. روش تحقیق ازنظر هدف کاربردی می‌باشد. بازه زمانی تحقیق داده‌های فصلی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ و نرم‌افزار مورداستفاده نرم‌افزار متلب می‌باشد. در این مقاله یک مدل ترکیبی بر اساس شبکه‌های عصبی مصنوعی و تئوری بازی‌ها ارائه شده است تا بتواند در تعیین سطح قیمت و تولید بهینه به فعالان صنعت فولاد کمک کند. جهت پیش‌بینی قیمت فولاد از سه شبکه عصبی بیزین، بردارهای پشتیبان و پاد انتشارگراسبرگ بهره گرفته شد. نتایج بیانگر این واقعیت است که مدل پاد انتشار گراسبرگ دقت بالاتری در پیش‌بینی قیمت فولاد دارد. نتایج بیانگر این واقعیت است که با حرکت از سمت بازی کورنو به سمت بازی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات است.

* نویسنده مسئول: m_afsharkazemi@iauec.ac.ir

استکلبرگ و از بازی استکلبرگ به سمت بازی تبانی در زنجیره تأمین موجب افزایش قیمت در صنعت فولاد به ازای هر تن ۶ دلار و میزان عرضه محصول در دامنه ۱۵۰۰ تا ۴۰۰۰ تن خواهد بود، به عبارتی با افزایش سطح تبانی در بازار فولاد میزان محصول بیش‌تری در بازار عرضه‌شده و هم‌زمان سطح قیمت محصول نیز افزایش خواهد یافت که این امر موجب کاهش رفاه مصرف‌کننده فولاد در بازار خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: قیمت بهینه، شبکه عصبی، نظریه بازی‌ها، بازی همکارانه، بازی غیرهمکارانه، صنعت فولاد.

مقدمه

تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین به دو شکل متمرکز و غیرمتمرکز انجام می‌شود. در زنجیره تأمین متمرکز، یک تصمیم‌گیرنده واحد برای کل اعضای زنجیره اقدام به تصمیم‌گیری می‌نماید. در این حالت، اعضا در راستای سیاست تعریف‌شده با یکدیگر همکاری می‌نمایند. مدل‌های استاندارد برنامه‌ریزی ریاضی راه‌حل مناسبی برای مدل‌های زنجیره تأمین متمرکز است (طلایی زاده، وی ۱۳۹۲). ولیکن ازآنجایی‌که اعضای زنجیره تأمین اغلب سازمان‌های مجزا و بنگاه‌های اقتصادی مستقل هستند، باوجود منافع موجود در تصمیم‌گیری یکپارچه در عمل تمایلی به پیروی از تصمیمات اتخاذشده برای کل اعضا را نداشته و تلاش می‌کنند اهداف خود را به‌جای هدف کل سیستم بهینه نمایند (Giannoccaro and pontrandolfo,2004)؛ بنابراین در بسیاری از مسائل دنیای واقعی، زنجیره تأمین غیرمتمرکز مدلی عملی‌تر و نزدیک‌تر به واقعیت می‌باشد. توزیع و فروش محصولات زیرمجموعه‌ای از مدیریت زنجیره تأمین می‌باشد (نویدی و رحیمی ۱۳۹۲). جذاب‌ترین و قابل‌ملاحظه‌ترین عناوین رشد یافته در مدیریت زنجیره تأمین، توجه به مسائل هماهنگی، همکاری و رقابت میان اعضای زنجیره می‌باشد به‌گونه‌ای که نظریه بازی‌ها می‌تواند ابزار مفیدی در بررسی مسائل مدیریت زنجیره تأمین باشد. (نعیمی صدیق و همکاران ۱۳۹۰). نظریه بازی‌ها به تحلیل وضعیت‌های گوناگون و مشتمل بر عملکرد زنجیره تأمین می‌پردازد. به‌عبارتی‌دیگر، هر عمل و عملکردی در زنجیره تأمین بر هر نتیجه بازی تأثیر می‌گذارد، ولی کاملاً آن را تعیین نمی‌کند. (شفیعی و همکاران ۱۳۹۷) تئوری بازی با در نظر گرفتن طرفین در زنجیره تأمین، ابتدا سعی به تعادل هر یک و سپس سعی به ایجاد احساس خشنودی و رضایت در مشتری نهایی دارد (متین فر و همکاران ۱۳۹۷)

کشور ما در حال حاضر، ازنظر شرایط تولید فولاد، دارای مزیت‌های نسبی فراوانی است. از آن جمله می‌توان به انرژی کافی و ارزان‌قیمت، سنگ‌آهن و مواد اولیه نسوز، تجربه نسبی در تولید فولاد، برخورداری از نیروی کار جوان و متخصص ارزان‌قیمت اشاره کرد که با دستیابی به فناوری نوین تولید می‌تواند نقش مؤثر و رقابتی را در بازار جهانی

فولاد ایفا نماید. با در نظر گرفتن مجموع عوامل فوق‌الذکر ارائه مدلی که بتواند با در نظر گرفتن متغیرهای کلیدی عرضه و تقاضای کلیه محصولات نهایی و میانی صنایع فولادسازی، روند آتی تغییرات تولید و مقدار این صنعت را شبیه‌سازی کند، می‌تواند نقش ارزنده‌ای در کمک به تصمیم‌گیران صنعت فولاد کشور به‌منظور توسعه زنجیره‌های خاص محصولات و سرمایه‌گذاری بر روش‌های خاص تولید - که به لحاظ پارامترهای اقتصادی در اولویت برای کشور قرار دارند - داشته باشد.

فقدان مدیریت زنجیره تأمین صنعت فولاد را با مشکلات جدی همچون نوسان و تفاوت شدید قیمت در نواحی مختلف، عدم تحویل به‌موقع و مواجه کرده است. بر این اساس مسئله تحقیق حاضر تعیین قیمت بهینه با سیستم تصمیم‌گیری هوشمند با رویکرد نظریه بازی‌ها (صنعت فولاد)، در حالت حضور و عدم حضور متغیر تحریم می‌باشد. پس از مقدمه که شرحی بر آن گذشت در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه تحقیق موردبررسی قرار خواهد گرفت. در بخش سوم روش تحقیق، در بخش چهارم برآورد مدل و درنهایت در بخش پنجم اقدام به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادهای سیاستی خواهیم نمود.

پیشینه تحقیق

امروزه استفاده از نظریه بازی‌ها در زمینه مدیریت زنجیره تأمین بسیار مرسوم است. از نظریه بازی‌ها نه‌تنها در قیمت‌گذاری کالاها در زنجیره تأمین، بلکه در مباحث مربوط به تبلیغات و بررسی تعامل اعضای زنجیره تأمین استفاده می‌شود. (قوامی فر و همکاران ۱۳۹۷) یکی از دلایل استفاده روزافزون از مفاهیم نظریه بازی‌ها در تحقیقات را می‌توان وجود چند عامل (چند بازیکن)، در مسائل عنوان کرد که نزدیک‌تر شدن هر چه بیش‌تر پژوهش‌ها به واقعیت را به دنبال خواهد داشت (Du et al., 2018). مدل‌های ارائه‌شده با استفاده از نظریه بازی در حوزه زنجیره تأمین به بررسی تعامل بین اعضای آن زنجیره می‌پردازد. این تعامل می‌تواند از نوع همکاری یا رقابت باشد (Ma et al., 2020). این رفتار باعث خواهد شد که مجموع سود زنجیره تأمین و یا سیستم کاهش یابد. به همین دلیل مدل‌های ارائه‌شده در حوزه مدیریت زنجیره تأمین بیش‌تر بر همکاری‌های ممکن بین اعضای زنجیره تأکید دارند

(Dori et al., 1397). در ادامه خلاصه نتایج تحقیقات مختلف ارائه شده است:

جدول ۱. پیشینه تحقیق

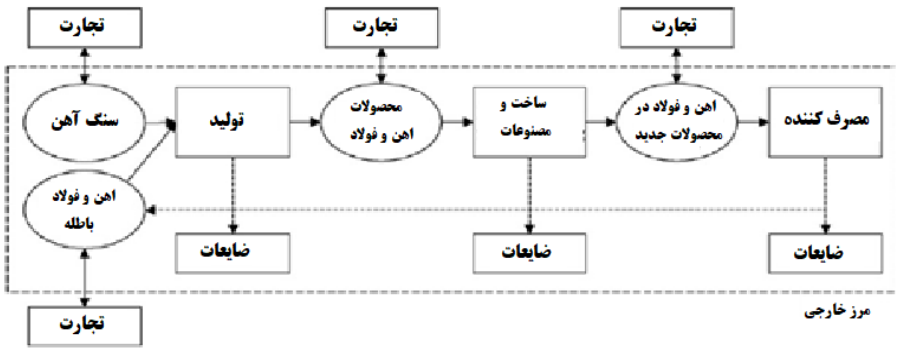
نویسنده/نویسندگان	سال	نتیجه
(Xue and Cui, 2022)	۲۰۲۲	راه‌حل تعادل نش در بازی مشارکتی اطلاعات لجستیک زنجیره تأمین را به‌عنوان ذره بهینه‌سازی در نظر می‌گیرند و راه‌حل بهینه جهانی مدل بازی مشارکتی اطلاعات لجستیک زنجیره تأمین را به دست آوردند
(Besik et al., 2022)	۲۰۲۲	یک مدل شبکه زنجیره تأمین کشاورزی رقابتی چندلایه یکپارچه که شرکت‌ها برای فروش، به‌صورت متمایز باهم رقابت می‌کنند را توسعه داده‌اند.
(Zhang and Hezarkhani, 2021)	۲۰۲۱	مسئله زنجیره تأمین دوکاناله را با فرض وجود رقابت بررسی کردند و نتیجه گرفتند که ترجیح تولیدکننده در انتخاب یک کانال فروش، نه‌تنها به هزینه‌های عملیاتی آن کانال و ترجیح مشتری نهایی، بلکه به استراتژی‌های رقبا در انتخاب کانال توزیع مناسب نیز بستگی دارد.
(Das et al., 2021)	۲۰۲۱	با در نظرگرفتن یک زنجیره تأمین سه مرحله‌ای روبه‌جلو و معکوس و فرموله کردن مدل‌های متمرکز و غیرمتمرکز، نشان می‌دهند که محصولات سبز چگونه به بازار آگاهانه سبز ارائه می‌شوند
(He et al., 2020)	۲۰۲۰	مسئله دوکاناله را با فرض قیمت‌گذاری محصولات فاسدشدنی و هم‌زمان تحلیل پارامترهای موجودی تحلیل کرده و از رویکرد بازی استکلبرگ برای تحلیل حالت غیرمتمرکز استفاده کردند.
(Matsui, 2020)	۲۰۲۰	با فرض وجود یک تولیدکننده و یک خردهفروش در حالتی که امکان چانه‌زنی بین اعضای یادشده وجود داشته باشد، بررسی کرد.
(Shi et al., 2020)	۲۰۲۰	رقابت عمودی و افقی را بین اعضای زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده، یک خرده‌فروش آنلاین و یک خرده‌فروش سنتی با ساختارهای قدرت متفاوت بررسی کردند.
(Modak and Kelle, 2019)	۲۰۱۹	به بررسی تصمیمات قیمت و زمان تحویل وابسته به مقدار تقاضای مشتری در یک زنجیره تأمین دوکاناله پرداختند.
(Zhou et al., 2019)	۲۰۱۹	مسئله را با فرض عدم قطعیت در تقاضا و امکان ارائه محصول ناسالم از طریق کانال‌ها توسط خرده‌فروش بررسی کردند.
(Raza and Madhumohan-Govindaluri, 2019)	۲۰۱۹	مسئله زنجیره تأمین دو کاناله یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش را با فرض عرضه دو محصول معمولی و سبز از طریق کانال‌های آنلاین و سنتی

نویسنده/نویسندگان	سال	نتیجه
		مورد تحلیل قرار دادند. فرض مهم این پژوهش، علاوه بر ریسک گریز بودن اعضای زنجیره، به‌کارگیری قراردادهای اشتراک درآمد و هزینه بود.
حیدری و همکاران ۱۳۹۷	۱۳۹۷	مسئله تصمیم‌گیری هماهنگی و بهینه‌سازی را در یک زنجیره تأمین سبز سه سطحی دوکاناله با یک تولیدکننده و یک توزیع‌کننده که محصول را به‌طور مستقیم و از طریق یک خرده‌فروش سنتی توزیع می‌کند، موردبررسی قرار داده‌اند.
جعفری و همکاران ۱۳۹۴	۱۳۹۴	مسئله یادشده را در زنجیره تأمینی شامل یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش بررسی کردند و علاوه بر قیمت، تصمیمات مرتبط با سفارش‌دهی را نیز موردتوجه قرار دادند؛ همچنین از چندین رویکرد مختلف بازی شامل برترند و استکلبرگ برای تحلیل مسئله استفاده کردند.
(Li et al., 2019)	۲۰۱۹	در یک زنجیره تأمین دو کاناله که در آن تولیدکننده محصولات خود را از به‌طور مستقیم و از طریق یک خرده‌فروش سنتی به مشتریان عرضه می‌کند، سیاست‌های بازگشت کالا را مطالعه کردند.
(Ke et al., 2018)	۲۰۱۸	انواع سناریوهای عدم قطعیت و بهره‌گیری از مفهوم درجه باور خبرگان را در مسئله یادشده موردبررسی قرار دادند.
نظری و همکارن ۱۳۹۱	۱۳۹۱	سیاست‌های سفارش‌دهی و قیمت‌گذاری را در یک زنجیره تأمین دوکاناله شامل یک تولیدکننده و دو کانال سنتی و آنلاین بررسی کردند. در این زنجیره تأمین محصولات برگشتی قابل‌فروش در بازار دست‌دوم است.
ستاک و همکاران ۱۳۹۵	۱۳۹۵	هماهنگی زنجیره تأمین را با استفاده از به اشتراک‌گذاری اطلاعات و تبلیغات مشارکتی در یک زنجیره تأمین دو کاناله با یک خرده‌فروش سنتی و یک خرده‌فروش و تحت رفتار سواری مجانی موردبررسی قرار داده‌اند.
(Chen et al., 2017)	۲۰۱۷	تأثیر فروش مستقیم تولیدکننده و اطلاعات نامتقارن هزینه را در یک زنجیره تأمین دوکاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش ریسک‌گریز بررسی کردند.
سلیمانی ۱۳۹۴	۱۳۹۴	در یک مسئله زنجیره تأمین دوکاناله که شامل یک تولیدکننده، یک خرده‌فروش و دو کانال آنلاین و سنتی است، با فازی درنظر گرفتن تقاضا، هزینه‌های تولیدکننده را موردبررسی قرار داد؛ همچنین از رویکرد بازی استکلبرگ نیز برای تحلیل حالت غیرمتمرکز استفاده کرد.
(Kai, 2016)	۲۰۱۶	تصمیمات تخفیف قیمت و تبلیغات را در یک زنجیره تأمین دو کاناله با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش بررسی کرد و تأثیر اطلاعات تقاضای نامتقارن را موردمطالعه قرار داد.

نویسنده/نویسندگان	سال	نتیجه
بیرق و همکاران	۱۴۰۱	تعداد هفتاد و چهار مقاله بین‌المللی از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۱ و هفت مقاله فارسی طی سال‌های اخیر را در حوزه زنجیره تأمین موردبررسی قرار دادند. از مجموع ۸۱ مقاله در ۵۸ مقاله از رویکرد نظریه بازی‌ها استفاده شده است که رویکرد استکلبرگ با فراوانی ۳۹ مقاله بیش‌ترین تعداد را به خود اختصاص داده است. این امر فرآیند زنجیره تأمین و کارا بودن روش استاگلبرگ را در مدل‌سازی این بازی‌ها نمایش می‌دهد.

در جمع‌بندی پیشینه تحقیق می‌توان نوآوری تحقیق حاضر را نسبت به این تحقیقات، لحاظ نمودن اثر تحریم بر تعادل‌های نش بازی و استفاده از سه رویکرد کورنو، استکلبرگ و تبانی جهت دست یافتن به تعادل بازی در سناریوهای مختلف است. به کار بردن سناریوهای مختلف در این تحقیق ناشی از لحاظ نمودن حالات مختلف وقوع بازی‌های همزمان، همکارانه و غیرهمکارانه در بازار فولاد است. علت استفاده از نظریه بازی‌ها در زنجیره تأمین فولاد در شکل (۱)، کاملاً مشهود است.

شکل ۱. زنجیره تأمین صنعت آهن و فولاد



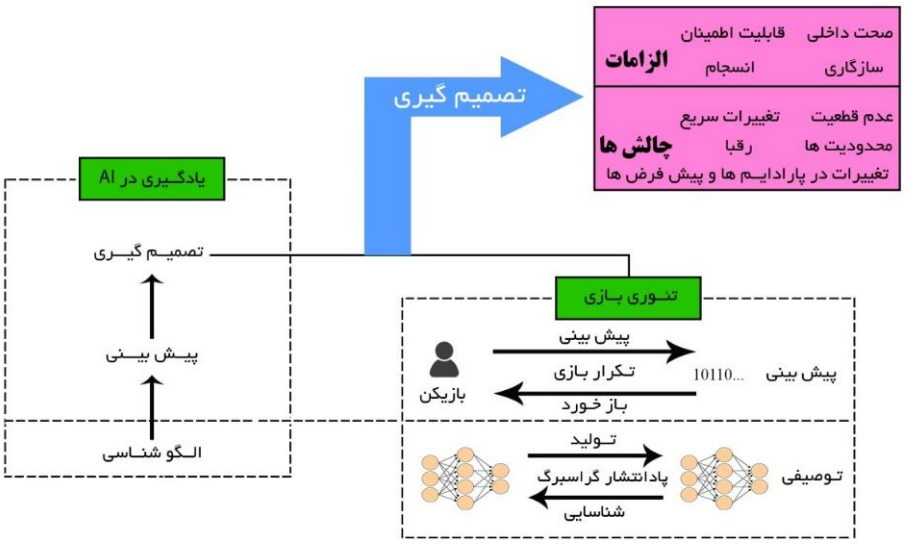
با توجه به روابط تعریف‌شده در شکل فوق مشاهده می‌گردد که عموماً روابط دو طرفه‌ای مابین بازیکنان حاضر در این حوزه وجود دارد. این روابط دو طرفه موجب می‌گردد که رفتار رقابتی یا تعاملی و تبانی میان بازیکنان هر حلقه ایجاد شود. مدل‌سازی این روابط متقابل موجب تدوین الگویی هوشمند جهت تعیین قیمت و مقدار بهینه جهت به تعادل

رسیدن این بازار می گردد.

روش

هوش مصنوعی و نظریه بازی‌ها هر دو با عامل‌های هوشمندی سروکار دارند که در یک جهان پیچیده مجسم شده‌اند. این عامل‌ها ممکن است با عامل‌های دیگر تعامل داشته باشند و با به‌کارگیری فن‌های یادگیری و استنتاج سعی کنند رفتار خود را بهبود بخشند. فرآیند انجام تحقیق در نمودار ذیل ارائه شده است.

شکل ۲. مدل مفهومی تحقیق

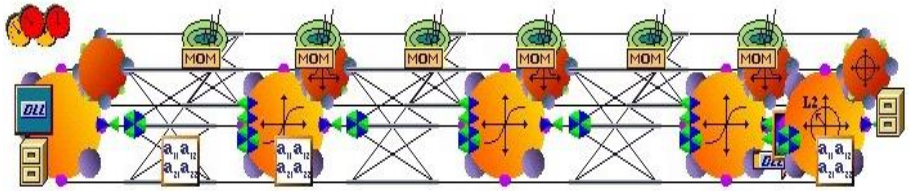


در تحقیق حاضر از اطلاعات ۱۳ سال قیمت و مقدار فولاد در بازه زمانی ۲۰۰۸:۶ تا ۲۰۲۱:۶ بهره گرفته شده است. در این مدل جهت پیش‌بینی قیمت فولاد از سه رویکرد بیزین، گراسبرگ و بردارهای پشتیبان جهت پیش‌بینی قیمت فولاد بهره گرفته خواهد شد. برای حل مسئله شناسایی باینری در شبکه عصبی سه ساختار مختلف شبکه عصبی شامل ساختار شبکه پیشخور، ساختار شبکه رقابتی و ساختار شبکه حافظه انجمنی برگشتی را معرفی می کند که انواع شبکه عصبی پرسپترون، همینگ و هاپفیلد به ترتیب انواع پرکاربرد

ساختار شبکه‌های مذکور هستند.

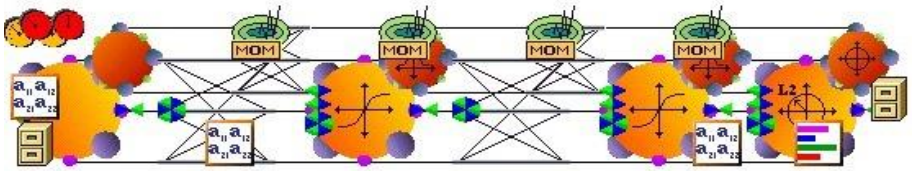
ساختار شبکه عصبی مدل‌های فوق در شکل (۳) (الف: ساختار شبکه SVM، ب: ساختار شبکه بیزین و ج: ساختار شبکه پاد انتشار گراسبرگ) ارائه شده است.

شکل ۳. ساختار شبکه عصبی مورداستفاده در تحقیق

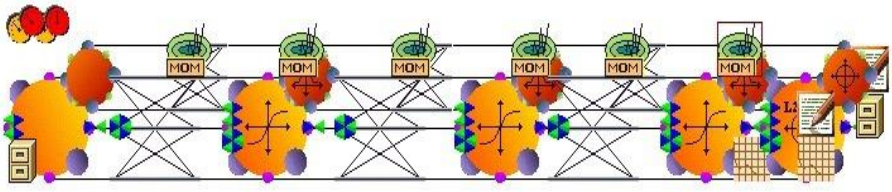


الف: ساختار شبکه SVM

در شبکه SVM از تابع کرنل RBF لاپلاس بهره گرفته شده است. این یک کرنل برای اهداف عمومی است و هنگامی‌که هیچ دانش پیشینی در مورد داده‌ها وجود ندارد استفاده می‌شود. در تحقیق حاضر نیز به همین علت از این کرنل بهره گرفته شده است.



ب: ساختار شبکه بیزین



ج: ساختار شبکه پاد انتشار گراسبرگ

در ادامه نتایج دقت مدل‌های ذکرشده ارائه‌شده است. جدول (۳)، این نتایج را ارائه

می‌کند.

یافته‌ها

در این مدل جهت پیش‌بینی قیمت فولاد از سه رویکرد بیزین، گراسبرگ و بردارهای پشتیبان جهت پیش‌بینی قیمت فولاد بهره گرفته خواهد شد. در رویکردهای شبکه عصبی با ۸۰ درصد کل داده‌ها مرحله آموزش داده‌ها صورت پذیرفته و با ۲۰ درصد داده‌ها مرحله پیش‌بینی و صحت سنجی صورت پذیرفته است. در جدول زیر می‌توان مشاهده نمود که روش پاد انتشار گراسبرگ دارای دقت بالاتری می‌باشد زیرا در این جدول دارای مقدار TP و TN بیش‌تری از دیگر الگوریتم‌ها می‌باشد و در کنار آن نیز دارای FP و FN کمتری از دیگر الگوریتم‌های موردبررسی می‌باشد زیرا هر چه یک الگوریتم دارای TP و TN بیش‌تری باشد یعنی پیش‌بینی دقیق‌تری در مجموعه داده‌های تست‌شده را به مقدار بیش‌تری درست تشخیص داده است و FP و FN نشان‌دهنده برعکس این قضیه یعنی پیش-بینی اشتباه می‌باشد. با توجه به ماتریس‌های Confusion می‌توان نرخ خطا و نرخ صحت عملکرد روش را محاسبه نمود که این روابط در زیر نشان داده شده‌اند.

$$FPR = \frac{FP}{FP + TP} \quad (۱)$$
$$TPR = \frac{TP}{FP + TP}$$

با توجه به ماتریس‌های درهم‌ریختگی می‌توان دریافت که روش پاد انتشار گراسبرگ دارای دقت[1] بیش‌تری از سایر روش‌ها می‌باشد. دقت با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (۲)$$

همان‌طور که نتایج می‌توان مشاهده نمود روش پاد انتشار گراسبرگ دارای دقت بالاتری از روش بیزین و روش بردارهای پشتیبان می‌باشد و همچنین صحت یا TPR روش پیشنهادی

1. Accuracy

نیز از روش بیزین بیش‌تر می‌باشد که این نشان‌دهنده عملکرد مناسب روش پاد انتشار گراسبرگ نسبت به روش بیزین و بردارهای پشتیبان می‌باشد. محاسبه جدول آشفتگی رویکرد پاد انتشار گراسبرگ به‌عنوان نمونه ارائه شده است.

جدول ۲. ماتریس آشفتگی رویکرد پاد انتشار گراسبرگ

TP: 144	FP: 3	TP + FP: 147
FN: 12	TN: 29	FN + TN: 41
TP + FN: 156	FP + TN: 31	

TP Rate(TPR): 0.924 FP Rate(FPR): 0.096

Accuracy(ACC): 0.920

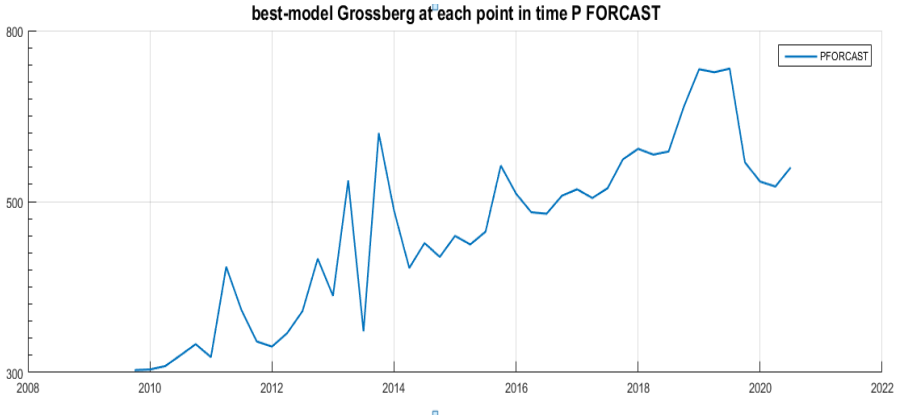
جدول ۳. میزان خطا در مدل‌های مختلف شبکه عصبی

	مدل	MAKE	MSFE
عدم حضور تحریم	پادانتشار گراسبرگ	۰/۰۹۶	۰/۰۰۹
	بردارهای پشتیبان	۰/۱۰۳	۰/۰۱۰
	بیزین	۰/۰۹۸	۰/۰۱۱
حضور تحریم	پادانتشار گراسبرگ	۰/۰۷۷	۰/۰۱۰
	بردارهای پشتیبان	۰/۰۹۲	۰/۰۱۲
	بیزین	۰/۰۸۱	۰/۰۰۹

حضور تحریم‌ها موجب کاهش بالقوه تولید و افزایش قیمت بهای تمام‌شده خواهد شد. بر این اساس متغیر تحریم به‌عنوان عامل تعدیلگر در پیش‌بینی قیمت فولاد در مدل لحاظ شده است. بر اساس نتایج جدول (۳)، مشاهده می‌گردد؛ روش گراسبرگ از دقت بالاتری در پیش‌بینی قیمت فولاد برخوردار است، درنتیجه پیش‌بینی قیمت بر اساس روش گراسبرگ

صورت پذیرفته است. در شکل (۴)، پیش‌بینی قیمت فولاد با استفاده از روش گراسبرگ صورت پذیرفته است.

شکل ۴. پیش‌بینی قیمت فولاد با مدل شبکه عصبی پاد انتشار گراسبرگ



مدل پیشنهادی نظریه بازی تحقیق حاضر شامل دو دسته خرده‌فروشان و تولیدکنندگان است. مجموعه تصمیمات $\Delta\alpha$میزان تغییر در تولید فولاد برای تولیدکنندگان و $\Delta\beta$ میزان تغییر در خرید فولاد خرده‌فروشان است. چنانچه α_0 میزان تولید جاری فولاد باشد و β_0 را میزان خرید فعلی بدانیم. روابط زیر را داریم:

(۳)

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0$$

$$\Delta\beta = \beta - \beta_0$$

به‌طوری‌که αمیزان تولید و βمیزان خرید تصمیم‌گیری توسط بازیگران است. برای تولیدکنندگان $up(\Delta\alpha, \Delta\beta)$ و برای خریداران $us(\Delta\alpha, \Delta\beta)$ تابع پیامد بوده که به‌صورت زیر معرفی می‌شود.

$$up(\Delta\alpha, \Delta\beta) = f_{net}(\alpha, \beta) - f_0 \quad (۴)$$

$$us(\Delta\alpha, \Delta\beta) = -up(\Delta\alpha, \Delta\beta)$$

به‌طوری‌که f_0بهای جاری فولاد بوده و $f_{net}(\alpha, \beta)$تابع پیش‌بینی‌کننده فولاد در بخش قبل

است که توسط شبکه عصبی پاد انتشارگراسبرگ محاسبه گردید. (لطفی و نویدی ۱۳۹۱) چنانچه تولیدکنندگان میزان تولید فولاد خود را به α برساند و خریداران میزان خرید خود را به β برسانند، آنگاه قیمت فولاد با این تابع و پیامد حاصل برای بازیکنان از روابط پیشین مشخص می‌شود. نمودار فوق $us(\Delta\alpha, \Delta\beta)$ نشان می‌دهد که تابع پیامد به‌دست‌آمده برای خرید را نشان می‌دهد. ازآنجاکه در مدل بازی ارائه‌شده رابطه زیر برقرار است، پس مدل بازی، مجموع صفر می‌باشد.

$$us(\Delta\alpha, \Delta\beta) + up(\Delta\alpha, \Delta\beta) = 0 \quad (۵)$$

در یک بازی مجموع صفر، تعادل نش بازی نشان‌دهنده تصمیمات بهینه‌ای است که طرفین تمایل به انحراف از آن ندارند. در بازی پیشنهاد گوییم $(\Delta\alpha^*, \Delta\beta^*)$ یک تعادل نش است، اگر و تنها اگر روابط زیر برقرار باشد.

$$us(\Delta\alpha^*, \Delta\beta^*) \geq us(\Delta\alpha \ \ , \Delta\beta^*) \ \forall \Delta\alpha \in [-A, A] \quad (۶)$$

$$up(\Delta\alpha^*, \Delta\beta^*) \geq up(\Delta\alpha^*, \Delta\beta \ \ ) \ \forall \Delta\alpha \in [-B, B] \quad (۷)$$

که در آن‌ها A سقف ممکن در افزایش تولید و B سقف میسر برای خرید خریداران است. برای به دست آوردن تعادل نش می‌توان از الگوریتم مینیماکس و ماکسمین مطابق روابط زیر بهره برد.

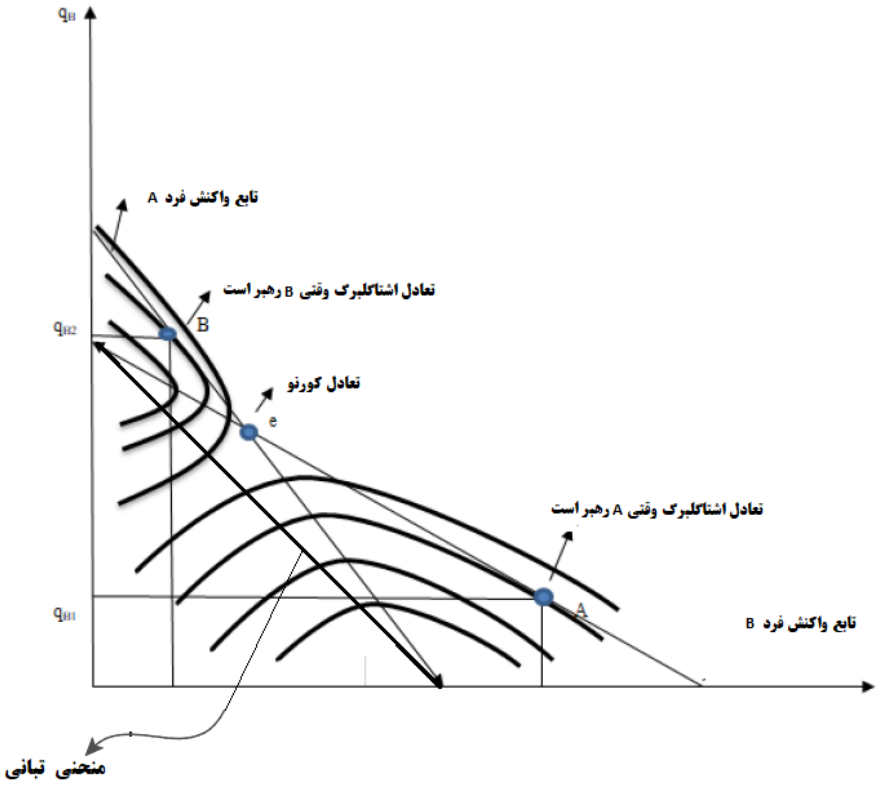
$$(\Delta\alpha^*, \Delta\beta^*) = argmax_{\Delta\alpha}\,(rgmax_{\Delta B}(us(\Delta\alpha \ \ , \Delta\beta \ \ ))) \quad (۸)$$

$$(\Delta\alpha^*, \Delta\beta^*) = argmax_{\Delta\beta}\,(rgmax_{\Delta\alpha}(us(\Delta\alpha \ \ , \Delta\beta \ \ )))$$

اگر مقدار خروجی دو رابطه مساوی باشد، بازی با مقادیر $(\Delta\alpha^*, \Delta\beta^*)$، تعادل نش محض دارد. تعادل نش حاصل از روابط فوق با استفاده از روش‌های عددی است که تعادل نش را می‌سازند تصمیمات بهینه هستند، تصمیماتی که هیچ‌یک از طرفین تمایل به خروج از آن ندارند و انحراف از آن موجب ضرر هرکدام می‌گردد. در ادامه به بررسی تشریح بازی در قالب سه سناریو کورنو، استاگلبرگ و تبانی برای رسیدن به تعادل نش پرداخته می‌شود. رویکرد کورنو در تعادل ناشی از تقاطع توابع واکنش بازیگران به‌صورت هم‌زمان است، رویکرد استکلبرگ ناشی از مماس شدن تابع سود یکسان بنگاه با تابع واکنش بنگاه مقابل

است. در این روش بازی ابتدا بنگاه رهبر مقدار تولید خود را تعیین نموده و سپس بنگاه پیرو اقدام به تعیین مقدار تولید بهینه خود از مابقی بازار خواهد نمود. این بازی به‌صورت هم‌زمان صورت نخواهد پذیرفت. در حالت تبانی نیز با جمع دو تابع واکنش و به‌صورت بنگاه انحصاری رفتار نمودن موجب ایجاد تعادل خواهد شد. در این حالت دو بنگاه در حکم یک بنگاه عمل خواهند نمود. این فرآیند در نمودار زیر ترسیم شده است (Yuan et al., 2021).

شکل ۵. مقایسه روش کورنو و استکلبرگ و تبانی



ساده‌ترین مدل تقاضا برای بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه به‌عنوان یک تابع خطی توسعه داده شد. قبل از ورود به معادلات لازم است اقدام به معرفی پارامترهای مدل‌های

تحقیق خواهیم نمود.

جدول ۴. معرفی پارامترها و متغیرهای مدل‌های تحقیق

متغیرها و پارامترها	تشریح
D_i	تقاضای بنگاه i
a	حداکثر میزان تقاضا
β_C	هزینه نهایی خرید کالا
R_C	تعداد خرید
β_T	هزینه نهایی زمان
R_T	میزان زمان موردنیاز جهت تأمین کالا
θ_C	هزینه نهایی تأمین کالا از تولیدکننده اول یا دوم
θ_T	هزینه نهایی زمان تأمین کالا از تولیدکننده اول یا دوم
T_1	زمان موردنیاز جهت تأمین کالا از تولیدکننده اول
T_2	زمان موردنیاز جهت تأمین کالا از تولیدکننده دوم
C_{R1}	هزینه تأمین کالا از تأمین‌کننده یک
C_{R2}	هزینه خرید کالا از تأمین‌کننده دوم
π_T	سود کل
π_1	سود کل تأمین‌کننده اول
π_2	سود کل تأمین‌کننده دوم
A_{Ri}	هزینه هر بار سفارش کالا
q_{Ri}	تعداد سفارش
r_{Ri}	هزینه نگهداری موجودی
Z_{Ri}	هزینه دریافت کالا
m_i	هزینه آماده‌سازی
w_{Mi}	هزینه خرید محصول از تولیدکننده
n_i	تعداد سفارش
L_{Ri}	هزینه از دست دادن انعطاف
P_i	هزینه تولید

میزان تقاضا برای کالا به قیمت کالا و زمان تدارک کالا بستگی دارد:

$$D = a - \beta_C R_C - \beta_T R_T \quad (۹)$$

مدل خطی برای تابع تقاضای وابسته به قیمت و زمان تدارک در رقابت بین دو زنجیره ساده‌ترین مدل تقاضا برای این مورد به‌عنوان یک تابع خطی توسعه داده شد (Pegan et al., 2017; Boyack et al., 2003). فرض بر این است که هر بنگاه دارای ظرفیت ثابت است و تقاضای هر بنگاه به‌طور خطی وابسته به قیمت و زمان تدارک تضمین شده است. مدل تقاضای خطی برای محصول شرکت به‌صورت زیر نوشته شده است:

$$D_1 = a - \beta_C C_{R1} + \theta_C(C_{R2} - C_{R1}) - \beta_T T_1 + \theta_T(T_2 - T_1) \quad (۱۰)$$
$$D_2 = a - \beta_C C_{R2} + \theta_C(C_{R1} - C_{R2}) - \beta_T T_2 + \theta_T(T_1 - T_2)$$
$$D = \sum_{i=1}^{n} D_i$$

فرض بر این است که $\beta_C>0$، $\theta_C>0$، $\beta_T>0$، $\theta_T>0$ و همچنین $\beta_C>\beta_T$ ، $\theta_C>\theta_T$

مدل ریاضی – زنجیره تأمین

مجموع سود سیستم شامل مجموع سود زنجیره تأمین اول و زنجیره تأمین دوم است و سود هر زنجیره نیز از مجموع سود توزیع‌کننده و سود تولیدکننده به دست می‌آید. فرم ریاضی آن به‌صورت زیر است:

$$\pi_T = \pi_1 + \pi_2$$
$$\pi_1 = \pi_{R1} + \pi_{M1} \quad (۱۱)$$
$$\pi_2 = \pi_{R2} + \pi_{M2}$$

مدل ریاضی توزیع‌کننده

مجموع سود توزیع‌کننده از اختلاف میزان درآمد حاصل از فروش به میزان هزینه‌ها به دست می‌آید. هزینه‌های توزیع‌کننده شامل هزینه هر بار سفارش کالا، هزینه نگهداری موجودی، هزینه دریافت کالا، هزینه از دست دادن انعطاف و هزینه خرید محصول از تولیدکننده است.

$$\pi_{Ri}(q_{Ri}, n_i) = D_i * C_{Ri} - (\frac{D_i A_{Ri}}{q_{Ri} n_i} + \frac{r_{Ri} q_{Ri} C_{Ri}}{2} + \frac{Z_{Ri} D_i}{q_{Ri}} + \frac{L_{Ri} C_{Ri}(q_{Ri} * n_i)}{2} + D_i * w_{Mi}) \quad (۱۲)$$

مدل ریاضی تولیدکننده

مجموع سود تولیدکننده از اختلاف میزان درآمد حاصل از فروش به توزیع‌کننده به میزان هزینه‌ها به دست می‌آید. هزینه‌های تولید شامل هزینه آماده‌سازی، هزینه نگهداری موجودی، هزینه ارسال کالا و هزینه تولید است.

$$\pi_{Mi}(q_{Mi}, m_i) = D_i * w_{Mi} - (\frac{A_{Mi}D_i}{q_{Mi}m_i} + \frac{r_{Mi}m_iC_{Mi}q_{Mi}}{2}\left[1 - \frac{D_i}{P_i} - \frac{1}{m_i} + \frac{2}{m_iP_i}\right] + \frac{Z_{Mi}D_i}{q_{Mi}} + D_i * k)) \quad (۱۳)$$

سناریوی اول: بازی بدون همکاری هم‌زمان

زمانی که هر یک از زنجیره‌ها از قدرت تصمیم‌گیری یکسانی برخوردار باشند، به‌طور هم‌زمان و بدون همکاری به تصمیم‌گیری می‌پردازند. در این حالت یک بازی نش اتفاق می‌افتد و راه‌حل چنین ساختاری، به دست آوردن نقطه تعادل نش بازی می‌باشد. همچنین ازآنجاکه هر یک از اعضای زنجیره دارای محدودیت هستند و متغیرهای تصمیم اعضای زنجیره علاوه بر تابع هدف، در محدودیت‌های دیگر اعضا وجود دارند، لذا یک مسئله نش تعمیم‌یافته وجود دارد. نقطه تعادل نش، یک مجموعه استراتژی است به‌طوری‌که استراتژی هر بازیکن نسبت به استراتژی بازیکن دیگر در شرایط بهینه قرار داشته باشد. با توجه به حداکثر شدن سود هر زنجیره در نقطه تعادل نش، هیچ‌یک از آن‌ها تمایل به انحراف از این استراتژی نخواهند داشت؛ زیرا منجر به کاهش سود برای آن‌ها می‌گردد؛ بنابراین مدل مسئله تعادل نش نیز به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Max\ \pi_1(q_{M1}, q_{R1}, n_1, m_1, C_{R1}, T_1) = \pi_{R1} + \pi_{M1} \quad (۱۴)$$

$$S.t.$$

$$D_1 = a - \beta_C C_{R1} - \beta_T T_1 \quad (۱۵)$$

$$\beta_C, \beta_C \geq 0$$

$$Max\ \pi_2(q_{M2}, q_{R2}, n_2, m_2, C_{R2}, T_2) = \pi_{R2} + \pi_{M2} \quad (۱۶)$$

$$S.t.$$

$$D_2 = a - \beta_C C_{R2} - \beta_T T_2 \quad (۱۷)$$

$$\beta_T, \beta_C \geq 0$$

سناریوی دوم: بازی بدون همکاری ترتیبی

در این بخش تقابل بین دو زنجیره از نوع بازی استکلبرگ در نظر گرفته شده است، در جایی که یکی از (بازیکنان)، زنجیره‌ها نقش رهبر را ایفا می‌کند و می‌تواند استراتژی موردنظر خود را به (بازیکنان دیگر)، پیرو تحمیل نماید؛ به‌عبارت‌دیگر، در یک بازی استکلبرگ، ابتدا رهبر استراتژی خود را تعیین نموده، سپس بازیکنان پیرو، عکس‌العمل خود را در قالب بهترین استراتژی با اطلاعات موجود انجام می‌دهند. هدف رهبر ارائه بهترین استراتژی به طریقی است که بعد از در نظر گرفتن تمامی استراتژی‌های منطقی که بازیکنان پیرو می‌توانند انجام دهند، درآمد خود را بیشینه نماید. مدل ریاضی به فرم زیر است:

$$Max\ \pi_1(q_{M1}, q_{R1}, n_1, m_1, C_{R1}, T_1) = \pi_{R1} + \pi_{M1} \quad (۱۸)$$

$$S.t.$$

$$D_1 = a - \beta_C C_{R1} - \beta_T T_1 \quad (۱۹)$$

$$\beta_C, \beta_C \geq 0$$

$$(q_2, n_2, m_2, C_{R2}) \in arg\ Max\ \pi_2(q_{M2}, q_{R2}, n_2, m_2, C_{R2}, T_2) = \pi_{R2} + \pi_{M2} \quad (۲۰)$$

$$S.t.$$

$$D_2 = a - \beta_C C_{R2} - \beta_T T_2 \quad (۲۱)$$

$$\beta_T, \beta_C \geq 0$$

$$D = \sum_{i=1}^{n} D_i \quad (۲۲)$$

سناریوی سوم: بازی با همکاری

اگرچه برای مدت‌زمان طولانی بازی‌های با همکاری نسبت به بازی‌های بدون همکاری از توجه کم‌تری در ادبیات برخوردار بودند، اما امروزه بسیار موردتوجه قرار گرفته‌اند. این روند به دلیل گسترش چانه‌زنی و مذاکرات در روابط بین شرکت‌ها برای دستیابی به سود بیش‌تر اتفاق افتاده است. نظریه بازی با همکاری از حیث ساختار تغییر اساسی با نظریه بازی بدون همکاری دارد. نظریه بازی باهمکاری، بر خروجی بازی به‌عنوان ارزش ایجادشده از همکاری مجموعه‌ای از بازیکنان و تخصیص عایدی بین اعضاء، تمرکز دارد. درحالی‌که

نظریه بازی بدون همکاری بیش‌تر به اقدامات خاص اتخاذشده از جانب بازیکنان می‌پردازد (Kochani et al.,2004). در بازی با همکاری، مسئله تخصیص عایدی بین اعضای شرکت کننده در همکاری، از اهمیت شایانی برخوردار است زیرا یک تخصیص سود مناسب پایداری همکاری بین بازیکنان را تضمین می‌نماید؛ به‌عبارت‌دیگر، تخصیص سود باید به‌گونه‌ای باشد که هیچ‌یک از اعضاء پس از پیوستن به همکاری، تمایلی برای جدایی نداشته باشند، بنابراین اگر همکاری شکل بگیرد و برای مدتی پایدار بماند، اعضای همکاری باید به سطحی از تعادل و پایداری دست یافته باشند. مدل ریاضی به فرم زیر است:

$$Max\ \pi_T(q_{Mi}, q_{Ri}, n_i, m_i, C_{Ri}, T_1, T_2) = \pi_1 + \pi_2 \quad (۲۳)$$

$$S.t.$$

$$D_1 = a - \beta_C C_{R1} + \theta_C(C_{R2} - C_{R1}) - \beta_T T_1 + \theta_T(T_2 - T_1) \quad (۲۴)$$

$$D_2 = a - \beta_C C_{R2} + \theta_C(C_{R1} - C_{R2}) - \beta_T T_2 + \theta_T(T_1 - T_2) \quad (۲۵)$$

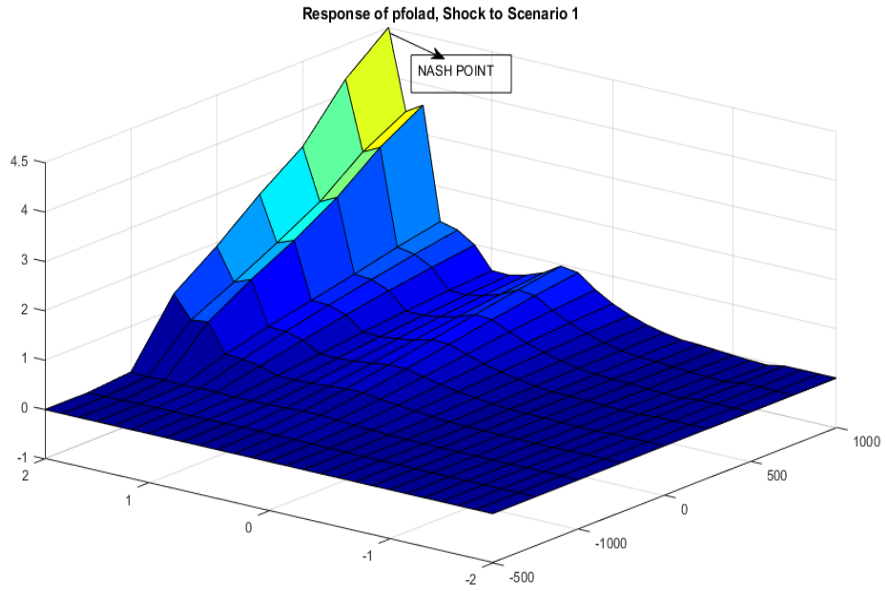
$$D = \sum_{i=1}^{n} D_i \quad (۲۶)$$

$$\beta_T, \theta_C, \beta_T, \theta_T \geq 0$$

سناریوی مدل کورنو

زمانی که هر یک از زنجیره‌ها از قدرت تصمیم‌گیری یکسانی برخوردار باشند، به‌طور هم‌زمان و بدون همکاری به تصمیم‌گیری می‌پردازند. این حالت شبیه بازی کورنو می‌باشد. در این حالت تولیدکنندگان نسبت به یکدیگر دارای قدرت بازاری و انحصاری نمی‌باشند که این سناریو تا حدودی انتزاعی است، اما با توجه به اینکه مدل کورنو به‌نوعی سرمنشأ تمام تئوری‌های مختلف در نظریه بازی‌ها می‌باشد، این سناریو تحلیل شده است. بر اساس نتایج در این حالت نسبت به حالت‌های پیش رو میزان افزایش قیمت و به دست آوردن سود کم‌تر از حالت‌های بازی ترتیبی و همکاری است.

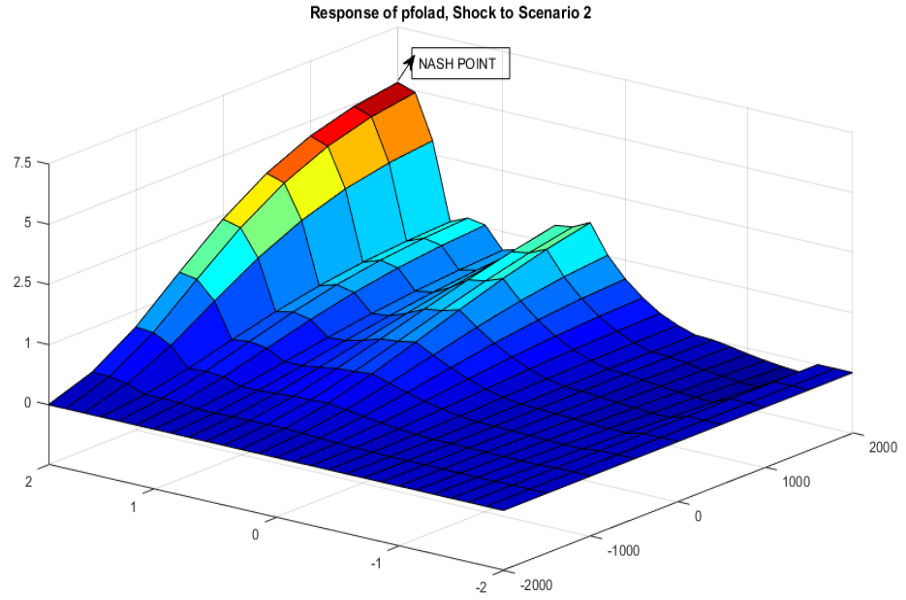
شکل ۶. تغییرات عرضه و قیمت در سناریوی بازی بدون همکاری هم‌زمان



سناریوی مدل استکلبرگ

در این بخش به بررسی اینکه یکی از بازیکنان نقش رهبر را در بازار بازی نموده و سایرین از وی تبعیت نمایند، این رفتار قاعده بازی استکلبرگ را تداعی می‌نماید. با توجه به مقایسه شکل (۷)، با شکل (۶)، در بازی همکاری ترتیبی نوسان بالاتری جهت رسیدن به تعادل نش مشاهده‌شده و نسبت به حالت بازی بدون همکاری هم‌زمان سطح افزایش قیمت افزایش یافته است. به عبارتی وجود یک بازیکن قدرتمند و رهبر در بازار موجب بهبود سطح سودآوری شرکت‌های فعال در صنعت فولاد می‌گردد.

شکل ۷. تغییرات عرضه و قیمت در سناریوی بازی بدون همکاری ترتیبی

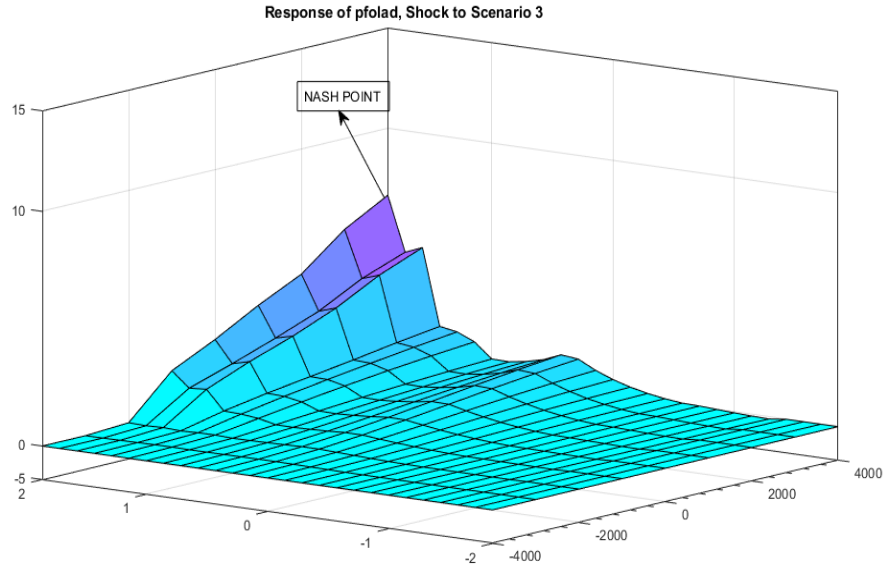


سناریوی مدل تبانی

با توجه به اینکه در سناریوی سوم بازی همکارانه بوده و امکان تبانی ضمنی و صریح و به‌اصطلاح چمبرلین امکان حرکت هماهنگ گروهی جهت تغییر در قیمت و عرضه بازار وجود دارد، همان‌گونه که مشاهده می‌گردد در بازی با همکاری، مسئله تخصیص عایدی بین اعضای شرکت‌کننده در همکاری، از اهمیت شایانی برخوردار است زیرا یک تخصیص سود مناسب پایداری همکاری بین بازیکنان را تضمین می‌نماید؛ به‌عبارت‌دیگر تخصیص سود باید به‌گونه‌ای باشد که هیچ‌یک از اعضاء پس از پیوستن به همکاری، تمایلی برای جدایی نداشته باشند؛ بنابراین اگر همکاری شکل بگیرد و برای مدتی پایدار بماند، اعضای همکاری باید به سطحی از تعادل و پایداری دست یافته باشند. بر اساس شکل (۸)، نسبت به شکل (۷)، مشاهده می‌گردد افزایش قیمت ناشی از تغییرات عرضه در حالت تبانی قدرتمندتر از حالت بازی بدون همکاری ترتیبی و بازی بدون همکاری هم‌زمان بیش‌تر است. تغییرات محور Y و Z به ترتیب به نوسانات عرضه و قیمت فولاد در

صورت تغییر شیوه بازی به‌صورت همکاری است.

شکل ۸. تغییرات عرضه و قیمت در سناریوی بازی با همکاری



بحث و نتیجه‌گیری

انجام مطالعات در زمینه‌ی تصمیم‌گیری از اهمیت و مزایای بسیاری برای بنگاه اقتصادی برخوردار است. با روند جهانی‌شدن بنگاه‌های اقتصادی و شرایط رقابتی حاکم بر بازار، نیاز به داشتن سرعت عمل و دقت بالا در امر تصمیم‌گیری یکی از مقوله‌های مهم مدیریت به شمار می‌آید. مدیریت یک بنگاه اقتصادی همواره با مشکلات و چالش‌های مختلفی در دنیای کار و رقابت مواجه خواهد بود. حل شدن مسائل به وجود آمده نیاز به مهارت، تجربه و اقتدار مدیریت دارد و ازآنجاکه تصمیم‌گیری اصلی‌ترین و مهم‌ترین عنصر در فرآیند حل مسئله هست به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها تبدیل شده است. تصمیم‌گیری بدون پیش‌بینی مؤثر در شرایط عدم قطعیت برای بنگاه‌های اقتصادی امروزی به‌مثابه حرکت با چشم‌بسته در تاریکی است؛ لذا داشتن ابزاری کارا برای شناسایی و درک شرایط مبهم ضروری هست.

نظریه بازی‌ها با به‌کارگیری مدل‌هایی که اشاره شد از شرایط استراتژیک و تجزیه‌وتحلیل تصمیمات و تعاملات با صنعت، امکان مطالعه روابط سازمانی با عوامل درونی و بیرونی را در جهت کسب نتیجه بهینه فراهم می‌کند. به‌گونه‌ای دیگر یکی از اهداف این نظریه پیش‌بینی شرایط محتمل برای بازی‌های تصمیم‌گیری است. این تئوری تعیین قیمت، نتیجه آن‌که از سوی هر یک از اعضای زنجیره تأمین در راستای منافع جمعی را می‌تواند بهینه عمل کند.

در این مقاله یک مدل ترکیبی بر اساس شبکه‌های عصبی مصنوعی و تئوری بازی‌ها ارائه شده است تا بتواند در تعیین سطح قیمت و تولید بهینه به فعالان صنعت فولاد کمک کند. در این مدل، شبکه عصبی به کار گرفته می‌شود تا اثر تصمیمات تولیدکنندگان فولاد در تعیین سطح عرضه فولاد بر قیمت آن را یاد بگیرد. سپس شبکه عصبی آموزش‌دیده در ایجاد یک تابع پیامد برای یک مدل بازی بین تولیدکنندگان و خرده‌فروشان به کار گرفته می‌شود. مدل ارائه‌شده برای تعیین بهترین تصمیم برای میزان تولید فولاد جهت تعیین قیمت بهینه را ارائه می‌کند. جهت پیش‌بینی قیمت فولاد از سه شبکه عصبی بیزین، بردارهای پشتیبان و پاد انتشار کراسبرگ بهره گرفته شد. نتایج بیانگر این واقعیت است که مدل پاد انتشارگراسبرگ دقت بالاتری در پیش‌بینی قیمت فولاد دارد. نتایج بیانگر این واقعیت است که با حرکت از سمت بازی کورنو به سمت بازی استکلبرگ و از بازی استکلبرگ به سمت بازی تبانی در زنجیره تأمین موجب افزایش قیمت در صنعت فولاد به ازای هر تن ۶ دلار و میزان عرضه محصول در دامنه ۱۵۰۰ تا ۴۰۰۰ تن خواهد بود؛ به عبارتی با افزایش سطح تبانی در بازار فولاد میزان محصول بیش‌تری در بازار عرضه‌شده و هم‌زمان سطح قیمت محصول نیز افزایش خواهد یافت که این امر موجب کاهش رفاه مصرف‌کننده فولاد در بازار خواهد شد. با توجه به نتایج افزایش رقابت در صنعت موجب کاهش سطح سودآوری و تولید تولیدکنندگان شده و هم‌زمان موجب افزایش رفاه مصرف‌کنندگان خواهد شد و با افزایش سطح انحصار رابطه مربوطه عکس خواهد گردید. بر این اساس جهت رسیدن به تعادلی که زنجیره تأمین صنعت فولاد را با مشکل روبرو نسازد پیروی از

بازی استکلبرگ که با واقعیت نیز تطابق بالاتری دارد توصیه می‌گردد. لازم به ذکر است بر اساس نتایج چون ترتیب ورود بازیکنان به بازی بر تعادل نش تأثیرگذار است، تدوین قوانین و مقررات نظارت ورود به بازار در این صنعت باید موردبررسی قرار گیرد چراکه صنعت فولاد جزو صنایعی است که با هزینه‌های ورود و خروج بالایی[1] روبرو است. درنتیجه نظارت بر ورود و خروج بازیکنان در این صنعت باید موردتوجه سیاست‌گذاران و مدیران این صنعت قرارگرفته و سعی در تدوین استانداردها و تدوین قواعد بازی مابین فعالین این بازار نمایند. پیشنهاد اصلی که تحقیق حاضر با توجه به نتایج در پی آن است افزایش شدت رقابت حرکت به سمت رویکرد کورنو در این صنعت برای کاهش قیمت و افزایش تولید باید در دستور کار قرار گیرد. بهبود روابط بین‌الملل و افزایش سطح دیپلماسی موجب کاهش اثرگذاری تحریم‌ها بر این صنعت شده و موجبات بهبود قیمت تمام‌شده و افزایش سطح مزیت نسبی در سطح بین‌المللی خواهد گردید.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

ORCID

Mina Kazemian **http://orcid.org/0000-0002-2482-3699**
Mohammad Ali Afshar Kazemi* **http://orcid.org/0000-0003-4327-8320**
Kiamars Fathi Hafshejani **http://orcid.org/0000-0001-8091-7967**
Mohammad Reza Motadel **http://orcid.org/0000-0003-3371-4352**

۱. به اصطلاح هزینه‌های ماسه‌ای=شنی بالایی دارد. شن و ماسه به علت سنگین بودن در آب ته نشین می‌گردند در نتیجه ورود به صنایع سنگین سهم بالایی از این نوع هزینه‌ها را شامل می‌شود.

منابع

دری محسن، جعفری میثم، چهارسوقی کمال، (۱۳۹۸)، انتخاب خط‌مشی سفارش هماهنگ شده در زنجیره تأمین دو سطحی: رویکرد نظریه بازی، *تحقیقات مدرن در تصمیم‌گیری. (۴(۳*، ۴۷-۷۳

جعفری، ح.، حجازی، س.ر.، و راستی برزوکی، م. (۱۳۹۵). تصمیمات قیمت‌گذاری در زنجیره تأمین دو کاناله شامل تولیدکننده انحصاری و خرده‌فروشان دوپولیستی: رویکرد نظری بازی. *مجله تجارت رقابت صنعتی. ۱۶*، ۳۴۳-۳۲۳

حیدری، ج.، گویندان، ک.، و اصلانی، ع. (۱۳۹۸). تصمیمات قیمت‌گذاری و سبز شدن در یک زنجیره تأمین دو کاناله سه لایه. *مجله بین‌المللی اقتصاد تولید. ۲۱۷*، ۱۹۶-۱۸۵

ستاک، م.، کفشیان اهر، ح.، و علایی، س. (۱۳۹۶). هماهنگی اشتراک‌گذاری اطلاعات و تبلیغات مشارکتی در یک زنجیره تأمین غیرمتمرکز با خرده‌فروشان رقیب که رفتار سواری رایگان را در نظر می‌گیرند. *مجله مهندسی صنایع و سیستم‌ها. (۲) ۱۰*، ۱۲۰-۱۰۰

سلیمانی، ف. (۱۳۹۵). تصمیمات قیمت‌گذاری بهینه در زنجیره تأمین دو کاناله فازی، *محاسبات نرم (۱) ۲۰*، ۶۹۶-۶۸۹

شفیعی، مرتضی، فرح گل، پوریا، (۱۳۹۸)، کاربرد تئوری بازی در تحلیل زنجیره تأمین با رویکرد بازار مشتری (موردمطالعه: سیمان فارس). *مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۷(۵۳)*، ۱۸۵-۲۱۷.

طالعی زاده، ع. نیکی، س.ت.ا؛ و وی (۱۳۹۲). مشکل چانه تأمین تک خریدار تک فروشنده مشترک با تقاضای تصادفی و سیستم‌های مبتنی بر دانش پیش‌زمان فازی. *(۸) ۴۸*، ۹-۱

قوامی فر، ع.، ع. ماکویی و ع.ع. طالعی زاده. (۱۳۹۶). طراحی یک شبکه زنجیره تأمین رقابتی انعطاف‌پذیر تحت خطرات اختلال: یک برنامه کاربردی در دنیای واقعی تحقیق حمل‌ونقل قسمت: بررسی لجستیک و حمل‌ونقل. ۱۱۵، ۱۰۹-۸۷

لطفی، ه.، نویدی، ح. (۱۳۹۱). «یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای سطح تولید نفت اوپک بر اساس تئوری بازی و ANN»، *پیشرفت در ریاضیات محاسباتی و کاربردهای آن. (۱) ۲*، ۲۵۸-۲۵۳

متین فر، ف.، و آزادی پرند، ف.، و لونی، ع، (۱۳۹۸)، مروری بر رویکردهای نظریه بازی در شبکه توزیع هوشمند با تأکید بر بازی‌های همکارانه. *صنایع الکترونیک، ۱۰ (۳)*، ۱۷-۲۹.

نعیمی صدیق. علی، چهارسوقی سید. کمال، شیخ محمدی. مجید (۱۳۹۱)، طراحی مدل هماهنگی در زنجیره تأمین رقابتی با استفاده از رویکرد نظریه بازی با همکاری و بدون همکاری، *فصلنامه مدیریت صنعتی، دوره ۴، شماره ۱۴*، ص ۱۰۸-۱۱۸.

نویدی. حمیدرضا، رحمتی. علی (۱۳۹۲)، *ارائه مدل رقابتی فروش چندجانبه در زنجیره‌های تأمین و تحلیل آن با استفاده از نظریه بازی‌ها*، دهمین کنفرانس بین‌المللی هندسی صنایع، تهران. ۱-۷.

نظری، ل.، سیف برقی، م.، و ستک، م. (۱۳۹۷). استفاده از تئوری بازی، مدل‌سازی و تحلیل مشکلات قیمت‌گذاری و موجودی در یک زنجیره تأمین حلقه بسته با سیاست بازگشت و چندین سازنده و کانال‌های فروش. *ساینتیا ایرانیکا. (۵)۲۵*، ۲۷۷۴-۲۷۵۹

References

Boyack c, P. Meindl, S. Cohen, S. Roussel J. (2003). *Supply Chain Management:* Strategy, Planning & Operation. (3rd).

Besik,D., Nagureney,A., Dutta,P. (2022). An Integrated multi-tiered supply chain Network model of competing Agricultural firms and processing firms. *European Journal of Operation Research*.

Chen, P., Li, B., Jiang, Y., & Hou, P. (2017). The Impact of Manufacturer's Direct Sales and Cost Information Asymmetry in a Dual-Channel Supply Chain with a Risk-Averse Retailer. *International Journal of Electronic Commerce, 21(1)*, 43-66.

Das,M., Kumar,D., Alam,Sh., (2021). Game thetheoreticalysis of a three-stage interconnected forward and reserve supply chain. *Research Square,1*.

DoriM.., M. Jafari, and K. (2019). Chaharsoghi, Choosing coordinated ordering policy in the two-level supply chain: A game theory approach. *Modern Research in Decision Making. 4(3)*, 47-73 (In Persian).

Du, W., Y. Fan, and L. Yan. (2018). Pricing Strategies for Competitive Water Supply Chains under Different Power Structures: An Application to the South-to-North Water Diversion Project in China. *Sustainability, 10(1)*, 8-22.

Ghavamifar, A., A. Makui, and A.A. Taleizadeh. (2018). Designing a resilient competitive supply chain network under disruption risks: A real-world application. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 115*, 87-109. (In Persian).

Giannoccaro, I. & pontrandolfo, P. (2004). "Supply ChainCoordinationn By Revenue Sharing Contracts". *International Journal Of Production*

Economics, 89(2), 131-139.

He, Y., Huang, H., & Li, D. (2020). Inventory and pricing decisions for a dual-channel supply chain with deteriorating products. *Operational Research, 20,* 1461-1503.

Heydari, J., Govindan, K., & Aslani, A. (2019). Pricing and greening decisions in a three-tier dual-channel supply chain. *International Journal of Production Economics, 217,* 185-196 .(In Persian).

Jafari, H., Hejazi, S.R., & Rasti-Barzoki, M. (2016). Pricing Decisions in Dual-Channel Supply Chain Including Monopolistic Manufacturer and Duopolistic Retailers: A Game-Theoretic Approach. *Journal of Industrial Competition Trade, 16,* 323-343 .(In Persian).

Kai, J. (2016). Research on Cooperative Advertising Decisions in Dual-Channel Supply Chain Under Asymmetric Demand Information When Online Channel Implements Discount Promotion. *Management Science and Engineering, 10(4),* 13-19.

Ke, H., Huang, H., & Gao, X. (2018). Pricing decision problem in the dual-channel supply chain based on experts' belief degrees. *Soft Computing, 22,* 5683-5698.

Kochani, A.E. Ellinger, D.S. Rogers. (2004). Information accessibility: Customer responsiveness and enhanced performance. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 25 (1),* 4-17.

Li, G., Li, L., Sethi, S. P., & Guan, X. (2019). Return strategy and pricing in a dual-channel supply chain. *International Journal of Production Economics, 215(2),* 153-164.

Lotfi, E., Navidi, H. (2012). "A decision support system for OPEC oil production level based on game theory and ANN". *Advances in Computational Mathematics and its Applications, 2(1),* 253-258. (In Persian)

Ma, J., Zangh, D.& Dong, J.,TU,Y. (2020). supply chain network economic model with the time-based competition. *European Journal of Operational Research. 280(3),* 889-.908.

Matinfar, F., and Azadi Parand, F., and Looney, A. (2020). A review of game theory approaches in the intelligent distribution network with emphasis on collaborative games. *Electronics Industries, 10 (3),* 17-29. (In Persian).

Matsui, K. (2020). Optimal bargaining timing of a wholesale price for a manufacturer with a retailer in a dual-channel supply chain. *European Journal of Operational Research, 287,* 225-236.

Modak, N. M., & Kelle, P. (2019). Managing a dual-channel supply chain under price and delivery-time dependent stochastic demand. *European*

Journal of Operational Research, 272(1), 147-161.

Naimi Siddiq Ali, Chaharsooqi Seyed. Kamal, Sheikh Mohammadi Majid. (2012). Designing a coordination model in a competitive supply chain using the game theory approach with and without cooperation, *Quarterly Journal of Industrial Management, Volume 4, Number 14,* 108-118 (In Persian).

Navidi. N, Rahimi. R. (2013). Intermediate performance impacts of advanced manufacturing technology systems: An empirical investigation, *Decision Sciences, 30 (4),*993-1020. (In Persian).

Nazari, L., Seifbarghy, M., & Setak, M. (2018). Using game theory, modeling and analyzing pricing and inventory problems in a closed-loop supply chain with the return policy and multiple manufacturers and sales channels. *Scientia Iranica, 25(5),* 2759-2774 .(In Persian).

Pegan, N.W. Davidson. (2017). Examining possible antecedents of IT impact on the supply chain & its effect on firm performance. *Information and Management, 41 (2),* 243-255.

Raza, S.A., &Madhumohan Govindaluri, S. (2019). Pricing strategies in a dual-channel green supply chain with cannibalization and risk aversion. *Operations Research Perspectives, 6(8),* 100-118.

Setak, M., Kafshian Ahar, H., & Alaei, S. (2017). Coordination of Information Sharing and Cooperative Advertising in a Decentralized Supply Chain with Competing Retailers Considering Free Riding Behavior. *Journal of Industrial and Systems Engineering, 10(2),* 100-120. (In Persian).

Shafiee, Morteza, Farah Gol, Pouria. (2019). Application of game theory in supply chain analysis with customer market approach (Case study: Fars Cement). *Industrial Management Studies, 17 (53),* 185-217 (In Persian).

Shi, S., Sun, J., & Cheng, T. (2020). Wholesale or drop-shipping: Contract choices of the online retailer and the manufacturer in a dual-channel supply chain. *International Journal of Production Economics,* 107-118.

Soleimani, F. (2016). Optimal pricing decisions in a fuzzy dual-channel supply chain. *Soft Computing, 20(1),* 689-696 .(In Persian).

Taleizadeh, A. Niki, S. T.A. & Wee, H.M. (2013). Joint Single vendor single Buyer Supply Chin Problem With Stochastic Demand and Fuzzy Lead-Time Knowledge-based Systems. *48(8),*1-9. (In Persian).

Xue, J., Cui, J., A cooperative game model of supply chain logistics information based on collaborative immune quantum particle swarm optimization. *International Journal of Manufacturing Technology and Management, 36(1),*196-212

Zhang, Y., & Hezarkhani, B. (2021). Competition in dual-channel supply chains: The manufacturers' channel selection. *European Journal of Operational Research, 91(1)*, 244-262.

Zhou, J., Zhao, R., & Wang, W. (2019). Pricing decision of a manufacturer in a dual-channel supply chain with asymmetric information. *European Journal of Operational Research, 278(3)*, 809-820.

Yuan, L., Tao, X., Ramsey, T., Degefu, D. (2021). *Simulating the principal-agent relationship between enterprise owners and professional managers using evolutionary game theory and system dynamics*. Wiley-Hindawi, 3881254.

استناد به این مقاله: کاظمیان، مینا.، افشارکاظمی، محمدعلی.، فتحی هفشجانی، کیامرث.، معتدل، محمدرضا. (۱۴۰۲). تعیین قیمت بهینه با استفاده الگوهای انحصار چندجانبه؛ رویکرد شبکه‌های عصبی و نظریه بازی‌ها، *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۲۱(۶۸)، ۳۵-۶۶.

DOI: 10.22054/jims.2023.68936.2798

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