



Combination of Pricing Strategies with Machine Learning: Case Study on Gela Dairy Company

Seyed Majid Mousavi Roshan^{1*}, Seyed Mehrdad Moghaddam Ziabari²

1*- Master's student, business management majoring in marketing, Babol, Iran (corresponding author).
Email: mosavi.roshan@gmail.com

2- Assistant Professor of Management Department, Industrial Management Organization, Sari, Iran.

Abstract

In past years, having a consistent pricing strategy was considered logical. However, today, due to the rapid changes in the market structure, severe price fluctuations, intense competition and the changing needs of customers, having a fixed strategy may not be able to meet the needs of companies to stay in the market. The purpose of this research is to provide a solution based on machine learning so that it can provide a model based on the existing pricing strategies so that it can simultaneously benefit from the benefits of several strategies. In this research, by using the opinions of industry experts and background studies, parameters affecting the industry were extracted and data were collected according to that. The data were analyzed after refining in Python software using machine learning algorithm. The data were collected by the census method and in a period of almost five years from the Gela dairy products company. The relationship obtained from the range of data was evaluated by the coefficient of determination and reached a number 98.6% that is desirable. This shows that the model presented in this research using the 4th degree polynomial regression algorithm can be useful for producing a competitive price that can meet the needs of customers and at the same time bring a good profit margin to the company.

Keywords: Pricing Strategies, Algorithmic Pricing, Machine Learning

Citation:

mousavi roshan, S. M., & moghaddam ziabari, S. M. (2023). Combination of Pricing Strategies with Machine Learning: Case Study on Gela Dairy Company. *Journal of Intelligent Marketing Management*, 4(4),1-16.



ترکیب استراتژی‌های قیمت‌گذاری به کمک یادگیری ماشین (مطالعه موردی: شرکت فرآورده‌های لبنی گلا)

سیدمجید موسوی روشن^{۱*}، سیدمهداد مقدم ضیابری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مدیریت کسب و کار گرایش بازاریابی، بابل، ایران (نویسنده مسئول). ایمیل: mosavi.roshan@gmail.com

۲- استادیار گروه مدیریت، سازمان مدیریت صنعتی، ساری، ایران.

چکیده

در سال‌های گذشته، داشتن یک استراتژی ثابت در قیمت‌گذاری کاری منطقی محسوب می‌شد. حال آنکه امروزه به دلیل تغییرات سریع معادلات بازار، نوسانات شدید قیمتی، رقابت شدید و نیازهای در حال تغییر مشتریان داشتن یک استراتژی ثابت شاید نتواند نیازهای شرکت‌ها برای ماندن در بازار را مرتفع سازد. هدف از انجام این تحقیق ارائه راهکاری است مبتنی بر یادگیری ماشین تا بتواند براساس استراتژی‌های موجود قیمت‌گذاری، مدلی ارائه کند تا بتواند بطور همزمان از مزایای چند استراتژی بهره‌بربرد. در این تحقیق با استفاده از نظر متخصصان صنعت و پیشینه مطالعات پارامترهای موثر بر صنعت موردنظر استخراج و متناسب با آن داده‌ها جمع‌آوری گردید. داده‌ها پس از پالایش در نرم‌افزار پایتون با استفاده از الگوریتم یادگیری ماشین مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند. داده‌ها به روش سرشماری و در یک بازه تقریباً ۵ ساله از شرکت فرآورده‌های لبنی گلا جمع‌آوری گردیدند. رابطه بدست آمده از دامنه داده‌ها توسط شاخص ضریب تشخیص مورد ارزیابی قرار گرفت و به عدد ۹۸/۶ درصد رسید که بسیار مطلوب است. این موضوع نشان می‌دهد که مدل ارائه شده در این تحقیق با استفاده از الگوریتم رگرسیونی چندجمله‌ای درجه ۴ برای تولید قیمت رقابتی که بتواند نیاز مشتریان را مرتفع کرده و همزمان یک حاشیه سود مناسبی را برای شرکت به ارمغان آورد، می‌تواند مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: استراتژی قیمت‌گذاری؛ یادگیری ماشین؛ قیمت‌گذاری الگوریتمی

استناد:

موسوی روشن، سیدمجید و مقدم ضیابری، سیدمهداد. (۱۴۰۲). ترکیب استراتژی‌های قیمت‌گذاری به کمک یادگیری ماشین (مطالعه موردی: شرکت فرآورده‌های لبنی گلا). نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۴(۴)، ۱-۱۶.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

شریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۱۴۰۲، دوره ۴، شماره ۴، پیاپی ۲۲

ناشر: نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسنده‌گان

<https://doi.org/JABM.3.2.15564.353695212565047>



مقدمه

قیمت محصولات و خدمات رابطه مستقیم با درآمد شرکت‌ها دارد. برای تعیین مقدار این قیمت به این مفهوم که چه هزینه‌ای باید از مشتریان دریافت شود، شرکت‌ها سیاست‌هایی را دنبال می‌کنند که استراتژی قیمت‌گذاری گفته می‌شود. از متغیرهای کلیدی در مدل‌سازی مالی، می‌توان به استراتژی‌های قیمت‌گذاری نام برد که می‌تواند درآمدهای به‌دست آمده در شرکت، سودهای اکتسابی و منابع سرمایه‌گذاری مجدد در رشد شرکت را برای پایداری در بازار و بقای بلند مدت تعیین کند (ساموت-بونیچی^۱ و چانون^۲، ۲۰۱۴). بر بستر پیشرفت‌های اخیر در حوزه فناوری، تعداد شرکت‌هایی که از روش‌های بهینه‌سازی فرآیند قیمت‌گذاری بهره می‌برند رو به فزونی است. مدل‌سازی آماری و داده‌کاوی از جمله زمینه‌هایی است که شرکت‌ها از آن بدین منظور بهره می‌برند. از قابلیت‌های بارز مدل‌های ریاضی حساس بودن به تغییرات بازار است که می‌تواند حامی و پشتیبان تصمیم‌گیری برای شرکت و مدیریت درآمد باشد. تکنیک‌های بهینه‌سازی تقاضا برای محصولات جداگانه بر اساس قیمت‌گذاری گذشته، درآمد فروش، قیمت‌گذاری محصولات رقیب، تغییرات جمعیتی محلی، سطوح موجودی و داده‌های بازاریابی را پیش‌بینی می‌کنند (ساموت-بونیچی و چانون، ۲۰۱۴) استفاده از فناوری‌های نوین در استفاده موفق از استراتژی‌های قیمت‌گذاری به‌منظور دستیابی به پاسخی و سریع ضروری به‌نظر می‌رسد.

قیمت‌گذاری به عنوان یکی از عناصر چهارگانه آمیخته بازاریابی بسیار مورد توجه شرکت‌ها و سازمان‌های بازاریابی است از آن جهت که تنها عنصر از جنس درآمد می‌باشد. در مقابل سایر عناصر از جنس هزینه می‌باشند. مطابق کاتلر پی (۱۹۹۵) قیمت‌گذاری منعطف‌ترین عنصر بازاریابی می‌باشد و بسیار قابل تنظیم است. این قابلیت عنصر قیمت‌گذاری تغییر سریع آن‌را در مقابل سایر عناصر براساس شرایط محیطی مهیا می‌سازد.

امروزه که سرعت تغییر شرایط محیطی بسیار سریع است پرداختن به موضوع قیمت‌گذاری با این قابلیت ضروری است. علیرغم این پتانسیل در عنصر قیمت‌گذاری اما شرکت‌ها مخصوصاً در روش‌های سنتی کمتر از آن بهره می‌برند که با ماندن در چنین وضعیتی قطعاً از بازار حذف خواهند شد. حتی در نظر گرفتن قابلیت قیمت‌گذاری با یک استراتژی ثابت مثلاً فقط استراتژی قیمت‌گذاری بر پایه هزینه نیز نمی‌تواند در شرایط پویا و رقابتی حاضر و با نیازهای در حال تغییر مشتریان خود را سازگار نماید.

این تحقیق در صدد آن است تا به این پرسش پاسخ گوید که آیا می‌توان با در نظر گرفتن چند استراتژی به‌طور همزمان، قیمتی را تولید کرد که بتواند نیازهای شرکت در استراتژی‌های متنوع را پاسخ گوید؟

در این تحقیق ابتدا براساس نظریه‌های موجود در حوزه قیمت‌گذاری به کمک خبرگان صنعت پارامترهای موثر در قیمت‌گذاری در زمینه تحقیق موردنظر که شرکت فرآورده‌های لبنی گلا می‌باشد، استخراج شده، مدل استخراجی به کمک داده‌های جمع‌آوری شده مورد ارزیابی توسط شاخص‌های مختلف با الگوریتم یادگیری ماشین قرار گرفته و نتایج مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

¹ Sammut-Bonnici

² Channon

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پیشینه نظری

چارچوب اصلی روش قیمت گذاری که در این تحقیق مورد بهره‌برداری قرار گرفت، براساس ۳ دسته از معروفترین و اصلی‌ترین استراتژی‌های قیمت گذاری پایه‌ریزی شده است که توسط محققین و دانشمندان مورد تحلیل و بهره‌برداری قرار می‌گیرند. ۳ دسته اصلی که ۱۲ روش قیمت گذاری در آن‌ها جای می‌گیرند، عبارتند از قیمت گذاری مبتنی بر هزینه، قیمت گذاری مبتنی بر رقابت و قیمت گذاری مبتنی بر ارزش که در ادامه هر کدام توضیح داده می‌شوند. (تارازویچ^۱، ۲۰۱۰؛ شیندلر^۲، ۲۰۱۲؛ گلدکیه^۳، ۲۰۱۳؛ لپسیتز^۴، ۲۰۱۴؛ هینترهوبر^۵، ۲۰۰۸؛ ناگل^۶، هوگان^۷ و زیل^۸، ۲۰۱۴؛ سیمون^۹، ۲۰۱۵؛ کوستوا پیکت^{۱۰}، ۲۰۱۷؛ کینزler^{۱۱}، کوالکوفسکی^{۱۲}، ۲۰۱۷؛ کاتلر^{۱۳}، آرمسترانگ^{۱۴}، ۲۰۱۸، و ...).

قیمت گذاری مبتنی بر هزینه، قیمت را براساس قیمت تمام شده و هزینه‌های بازاریابی تعیین می‌کند (ناگل، هوگان، زاله، ۲۰۱۴). هدف از این استراتژی قیمت گذاری پوشش هزینه‌های تولید و بازاریابی و رسیدن سطح رضایت بخشی از سود است (مونرو، ۲۰۰۳). از آنجایی که این راهبرد در قیمت گذاری، تمرکز بر کف قیمتی دارد پس سطوح قیمتی پایین بوده و سطح قابل توجهی از سهم بازار را دربرمی‌گیرد (نتسوا-پورشوا^{۱۵}، بوزو^{۱۶}، ۲۰۱۹). قیمت پایین انتخابی برای محصولات، عرصه را برای ورود رقبا به بازار تنگ می‌کند (نتسوا-پورشوا، بوزو، ۲۰۲۲).

قیمت گذاری مبتنی بر رقابت، قیمت را براساس قیمت رقبا و استراتژی‌های قیمت گذاری تعیین می‌کند. در این استراتژی شرکت باید جایگاه خود را در مقابل رقیب به درستی تشخیص دهد و بداند که ارزش محصولاتش در بازار در مقایسه با رقیب چگونه درک می‌شود و اینکه رقبای فعلی چقدر قوی هستند؟ (کاتلر، آرمسترانگ، ۲۰۱۸) شرکت‌هایی که استراتژی‌شان دوری از ریسک بوده و قوانین قیمت گذاری خود را به رقابت مستقیم با رقبای اصلی از نظر قیمت ترجیح می‌دهند، این استراتژی را انتخاب می‌کنند. (تانوشف^{۱۷}، ۲۰۱۲)

قیمت گذاری مبتنی بر ارزش، قیمت را براساس ادراک مشتری از ارزش محصول تعیین می‌کند (ناگل، هوگان و زاله، ۲۰۱۴). شرکت‌هایی با این استراتژی ریسک‌های بیشتری را قبول کرده و بیشتر به سمت نوآوری حرکت می‌کنند (نتسوا-پورشوا، بوزو، ۲۰۱۹). این استراتژی معمولاً قیمت‌های بالاتر و بالتبع سود بیشتری را در مقایسه با استراتژی‌های مبتنی بر هزینه و مبتنی بر رقابت نتیجه می‌دهد (هوگان، ۲۰۱۰؛ لیوزو^{۱۸} و هینترهوبر، ۲۰۱۳؛ تونی^۱، میلان^۲، ساسیلوتو^۳ و لارنتیس^۴، ۲۰۱۷؛ استیوینگ^۵، ۲۰۱۸، و ...). این روش قیمت گذاری بیشتر بر تقاضای مشتری تمرکز دارد.

¹ Tarasevich

² Schindler

³ Gladkih

⁴ Lipsits

⁵ Hinterhuber

⁶ Nagle

⁷ Hogan

⁸ Zale

⁹ Simon

¹⁰ Kostova-Pickett

¹¹ Kienzler

¹² Kowalkowski

¹³ Kotler

¹⁴ Armstrong

¹⁵ Netseva-Porcheva

¹⁶ Bozev

¹⁷ Tanushev

¹⁸ Liozu

با دانستن استراتژی‌های قیمت‌گذاری مهم این است که چگونه می‌توان آن را بکار گرفت؟ بکارگیری استراتژی‌های قیمت‌گذاری در شرایط پویا و در حال تغییر امروزی جز با استفاده از روش‌های نوین در حوزه برنامه‌نویسی و رایانه که مخصوصاً روش‌های هوش مصنوعی مدنظر هست، امکان‌پذیر نبوده و زمان و هزینه زیادی را به شرکت‌ها تحمیل می‌کند. همچنین خطای قیمت‌گذاری را نیز بسیار افزایش می‌دهد.

استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در حوزه هوش مصنوعی می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد. الگوریتم‌های پیش‌بینی مخصوصاً در دهه اخیر بسیار مود توجه قرار گرفتند، این فناوری نوظهور که بر پایه یادگیری ماشین اتفاق افتاده است، اغلب کسب‌وکارها را در همه صنایع تحت تاثیر قرار داده و باعث حداکثر کردن کارایی در آن‌ها شده است. (ایتو^۶ و فوجیماکی^۷، ۲۰۱۷)

پیشینه تجربی

عمده تحقیقاتی که در این زمینه وجود دارد، تمایلشان بر تولید قیمت و بعضاً بهینه‌سازی یک تابع هدف است. تحقیقات زیادی از ترکیب استراتژی‌های مختلف گزارش نشده است و هدف این پژوهش بر کردن این شکاف در زمینه تحقیقات می‌باشد. به تعدادی از تحقیقات در ادامه پرداخته شده است.

در بازار خرده‌فروشی اینترنتی پیش‌بینی قیمت‌های آتی و در نظر گرفتن تخفیف‌ها و مقایسه قیمت‌ها مورد استقبال کاربران است. در همین راستا تحقیقی با استفاده از تکنیک رگرسیون خطی مدلی برای پیش‌بینی قیمت‌ها توسعه داده است. حداقل مربعات ماشین بردار پشتیبانی^۸ و کلونی زنبور مصنوعی^۹ به‌عنوان ابزار مقایسه برای ارزیابی دقت رگرسیون خطی مورد استفاده قرار گرفتند. LSSVM-ABC در ابتدا برای بازار سهام پیشنهاد شده بود. اما در این پژوهش از این روش در بازار خرده‌فروشی اینترنتی بهره گرفته شده است و نتایج دقت پیش‌بینی قیمت ۸۴ درصدی را با استفاده از LSSVM-ABC نشان داده در حالیکه دقت پیش‌بینی در حالتی که از رگرسیون خطی استفاده شده است تنها ۶۲ درصد بوده است. در این تحقیق توصیه شده است تا برای رسیدن به نتایج مطمئن‌تر از داده‌های یک‌ساله برای آموزش الگوریتم استفاده شود (شاهرل^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱)

پیش‌بینی قیمت مسکن از جمله مسائلی است که در زمینه قیمت‌گذاری به کمک روش‌های یادگیری ماشین بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به دلیل رشد روز افزون قیمت مسکن، پیش‌بینی قیمت مسکن برای کاربران این بازار در آینده ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق محققان سعی نمودند تا با استفاده از تحلیل رگرسیون و روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات^{۱۱} برای پیش‌بینی بهره بردند. از روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای انتخاب متغیرهای تاثیر و از تحلیل رگرسیون برای تعیین ضریب بهینه در پیش‌بینی استفاده شده است. در این تحقیق نتیجه مطلوب گزارش شده است.

¹ Toni

² Milan

³ Saciloto

⁴ Larentis

⁵ Stiving

⁶ Ito

⁷ Fujimaki

⁸ Least Squares Support Vector Machine (LSSVM)

⁹ Artificial Bee Colony (ABC)

¹⁰ Shahrel

¹¹ particle swarm optimization (PSO)

مقاله دیگری که مورد بررسی قرار گرفته است، هدف آن پیش‌بینی قیمت و بهینه‌سازی بوده است. در این مقاله با استفاده از الگوریتم رگرسیون بر دامنه داده‌های قیمتی گذشته رابطه‌های پیش‌بینی کننده قیمتی مشتق شدند و روابط پیچیده بین فروش و قیمت‌ها مانند کشش قیمتی تقاضا و بخش‌بندی^۱ را نشان داد. در ادامه رابطه بدست آمده را به تابع سود یا درآمد با توجه به محدودیت‌های تجاری تبدیل کرده و به عنوان یک مسئله برنامه‌نویسی درجه دوم باینری^۲ فرمول‌بندی نمود (ایتو و فوجیماکی، ۲۰۱۷).

تحقیقاتی هم با روش‌های یادگیری ماشین در حوزه‌های بیمه، نفت، بازار سهام و سایر صنایع انجام شده که بسیار مشابه تحقیقات ارائه شده در بالا هستند. تحقیقاتی از قبیل آن^۳، میخایلو^۴ و موئیسیف^۵، ۲۰۱۹ در حوزه نفت به پیش‌بینی قیمت نفت پرداختند، با استفاده از روش رگرسیون خطی به شاخص ضریب تشخیص ۰/۹۷ دست یافتند. ژو^۶، کلی^۷ و گو^۸، ۲۰۲۲ در حوزه بیمه روش‌های مختلف رگرسیونی را با شاخص ضریب تشخیص مقایسه نموده و حق بیمه ریسک دارایی را پیش‌بینی نمودند.

با ترکیب پیشینه نظری که استراتژی‌های قیمت‌گذاری را مورد بحث و بررسی قرار داده و امکان اجرای آن توسط یادگیری ماشین را در تحقیقات پیشین هم در حوزه نظری و هم در حوزه تجربی مورد تایید قرار می‌دهد، می‌توان امکان‌پذیری ترکیب استراتژی‌های متفاوت قیمت‌گذاری را با هدف دستیابی به هدف هر کدام از استراتژی‌ها را مورد بررسی قرار داد. هدف این تحقیق بررسی این ترکیب استراتژی‌ها با استفاده از الگوریتم‌های ماشین برای پاسخ به پرسش اصلی تحقیق است.

مدل مفهومی

با در نظر گرفتن تحقیقات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان مدل مفهومی مطابق آنچه در ادامه آورده شده است، شکل رفت. پارامتری چون قیمت تمام شده به عنوان نماینده‌ای از هزینه‌های مواد اولیه، دستمزد، سربار و ...، که کف قیمتی در نظر گرفته خواهد شد.

پارامتر دیگر قیمت رقیب پیشرو (قیمتی) در بازار بوده که به عنوان سقف قیمتی در نظر گرفته خواهد شد. به مفاهیم کف و سقف قیمتی در قیمت‌گذاری در کتاب (کاتلر^۹ و آرمسترانگ^{۱۰}، ۲۰۰۷) و در مقاله (اسکر^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱) در زمینه الگوریتم‌های هوشمند و قیمت‌گذاری، به عنوان پارامترهای تاثیرگذار مهم بر روی قیمت نهایی، اشاره شده است.

همچنین برای اینکه بتوان تا حدودی رفتار مصرف کننده در مقدار خرید را با تغییرات قیمتی رصد کرد و آنرا هم در قیمت نهایی دخیل کرد، پارامتر دیگری که به عنوان پارامتر نهایی در نظر گرفته شده است، نسبت قیمت مصرف کننده به تعداد فروش است، که روند آن در طول زمان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هزینه تمام شده بعنوان کف قیمتی و از استراتژی مبتنی بر هزینه در مدل قرار گرفته است. قیمت رقیب پیشرو بعنوان سقف قیمتی و از استراتژی مبتنی بر رقابت در مدل قرار گرفته است. نسبت تعداد فروش به قیمت مصرف کننده نیز علاوه بر کاربردی بودن در ارزیابی اثر قیمت بر تقاضا، از استراتژی تقاضا محور که مبتنی بر ارزش از جانب مشتری می‌باشد مستخرج شده است.

¹ cannibalization

² binary quadratic programming (BQP)

³ . An

⁴ . Mikhaylov

⁵ . Moiseev

⁶ . Dacheng Xiu

⁷ . Bryan Kelly

⁸ . Shihao Gu

⁹ . Kotler

¹⁰ . Armstrong

¹¹ . Asker

پارامترهای یاد شده (قیمت تمام شده، قیمت رقیب پیشرو قیمتی و نسبت قیمت مصرف کننده به تعداد فروش) جزو متغیرهای مستقل هستند.

همچنین قیمت جدید مصرف کننده تولید شده توسط الگوریتم به عنوان متغیر وابسته در این تحقیق، در نظر گرفته می شود. به منظور تجسم سهل تر ارتباطات مبتنی بر مدل تحقیق و آشنایی با منابع دستیابی به اطلاعات مورد نظر تصویر ۱ ترسیم شده است.



تصویر ۱. مدل تحقیق و منابع دستیابی به متغیرها

روش شناسی پژوهش

این تحقیق همانند بسیاری از تحقیقات دیگر به شکل آمیخته در دو مرحله کیفی و کمی انجام شده است. در مرحله اول که کیفی است، به استخراج متغیرهای مورد مطالعه و تشکیل مدل به شکل اکتشافی با مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان صنعت مورد نظر پرداخته شد.

به دلیل فقدان تحقیقات کاملاً منطبق بر موضوع تحقیق و همچنین مطالعه موردی بر روی یک شرکت خاص در یک دوره ۵ ساله، استفاده از تیم خبرگان صنعت مورد نظر ضروری به نظر می‌رسد. از مزایای دیگر این موضوع کاربردی بودن مدل استخراجی می‌باشد. مبنای انتخاب افراد خبره صنعت، شناخت افراد مزبور از بازار مورد نظر بوده که از شاخص‌های زیر برای آن بهره گرفته شده است.

۱. دارا بودن مدرک حداقل کارشناسی

۲. سابقه کار حداقل ۱۰ ساله در صنعت مورد نظر

۳. حضور در کمیته‌های تخصصی قیمت‌گذاری حداقل در مدت ۵ سال اخیر

همان‌گونه که پیشتر بیان شد، اطلاعات مربوط به قیمت تمام شده، مقدار و قیمت مصرف‌کننده را می‌توان با کمک مشاور خبره صنعت از مستندات حسابداری و فروش در اختیار گرفت و برای دستیابی به قیمت رقیب پیشرو نیز می‌توان از سابقه فروش شرکت‌های توزیع بهره برد.



تصویر ۲- فلوجارت روش پژوهش

داده‌های مربوط به پارامترهای استخراجی، از مستندات موجود در شرکت در اختیار قرار گرفت. این داده‌های خام برای استفاده مستقیم در الگوریتم‌ها مناسب نبودند و نیاز به پالایش اطلاعات برای بکارگیری در الگوریتم‌ها داشتند. داده‌ها توسط متخصص صنعت و دانشمند داده مورد پالایش و آماده‌سازی برای استفاده در الگوریتم‌ها قرار گرفتند. داده‌ها به دو دسته برای آموزش و آزمایش به نسبت ۸۰ درصد و ۲۰ درصد تقسیم شدند. این فرآیند در نرم‌افزار پایتون و توسط تابع رندوم اتفاق افتاده است. فلوجارت پژوهش در تصویر ۲ آورده شده است.

بهترین الگوریتم برای این دامنه داده‌ها معادله چندجمله‌ای درجه ۴ با ضریب تشخیص ۹۸ درصد بوده است که بسیار مطلوب است. گزارش کامل مقایسه روش‌های مختلف الگوریتم‌های رگرسیون در مقاله قیمت‌گذاری به کمک هوش مصنوعی توسط همین نویسندگان آورده شده است. بنابراین در ادامه معادله چندجمله‌ای درجه ۴ بعنوان مبنای کار با شرایط جدید پارامترها قرار خواهد گرفت.

در نهایت شرایط بروز پارامترها را به الگوریتم مدنظر وارد کرده و قیمت جدید تولید خواهد شد.

یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد، اطلاعات پارامترهای یاد شده براساس مدل پژوهش جمع‌آوری گردید.

جزئیات آماری داده‌های جمع‌آوری شده مسئله به تفکیک و با جزئیات کامل در

جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خروجی جزییات آماری داده‌های جمع‌آوری شده از نرم افزار پایتون

ردیف	شاخص	شرکت گلا		شرکت رقیب پیشرو (کاله)	
		تعداد فروش	قیمت مصرف کننده	تعداد فروش	قیمت مصرف کننده
۱					
۲	چارک اول	۱۵۱,۰۰۸	۳۱,۰۰۰	۱,۱۸۴,۱۶۰	۳۲,۰۰۰
۳	چارک دوم	۳۵۳,۳۱۲	۴۸,۴۰۰	۱,۹۸۷,۵۲۰	۵۰,۰۰۰
۴	چارک سوم	۶۸۸,۶۴۰	۶۷,۸۰۰	۵,۸۵۱,۱۴۰	۷۰,۰۰۰
۵	مقدار کمینه	۸۷,۶۸۰	۲۴,۲۰۰	۱,۰۰۷,۴۹۶	۲۵,۰۰۰
۶	مقدار بیشینه	۱,۰۲۶۸,۴۸۰	۱۲۵,۸۰۰	۷,۱۰۱,۴۲۰	۱۳۰,۰۰۰
۷	میانگین	۴۶۴,۷۰۳	۵۳,۴۰۹	۳,۱۰۸,۲۹۴	۵۶,۰۰۰
۸	انحراف معیار	۳۸۳,۲۴۰	۲۹,۳۵۷	۲,۳۴۸,۶۳۴	۲۹,۷۷۹

همانگونه که در

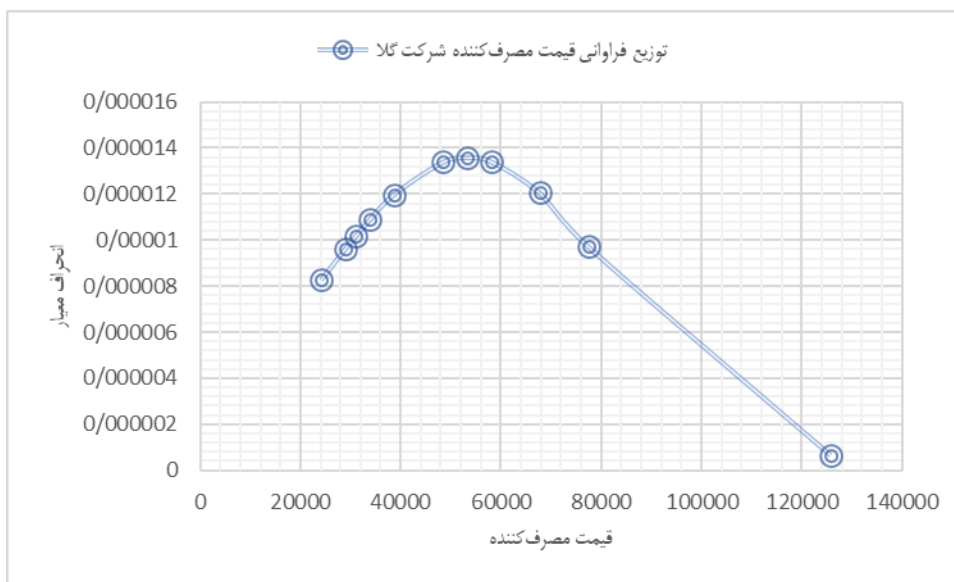
جدول ۱ آورده شده است، قیمت محصول رقیب پیشرو در حداقل و حداکثر قیمت‌ها و چارک‌های مختلف همواره از قیمت شرکت مورد بررسی بیشتر بوده است. این موضوع می‌تواند بیانگر مناسب بودن انتخاب این شرکت به عنوان شرکت رقیب پیشرو قیمتی باشد.

علاوه بر این با مقایسه چارک‌های مختلف با کمینه و بیشینه‌های قیمتی در هر دو شرکت می‌توان تصویر دقیق‌تری از رشد قیمتی ناگهانی اخیر در این صنعت را مشاهده کرد. اختلاف کمتر چارک‌های ۱، ۲ و ۳ با مقدار کمینه و با هم به نسبت اختلاف چارک سوم با بیشینه قیمتی موید این ادعاست. چارک اول به نسبت مقدار کمینه ۲۸ درصد، چارک دوم به نسبت چارک اول ۵۶ درصد، چارک سوم به نسبت چارک دوم ۴۰ درصد و مقدار بیشینه به نسبت چارک سوم ۸۶ درصد بیشتر است و این نسبت‌ها در هر دو شرکت برقرار است که وضعیت صنعت لبنی کشور در سال‌های اخیر را می‌رساند.

جدول ۱، تصویر ۳ و تصویر ۴ بطور کامل موضوعات بیان شده را تایید می‌کنند.

همچنین تعداد فروش محصولات در شرکت رقیب پیشرو به طور معناداری از شرکت مورد بررسی بیشتر بوده که این موضوع یعنی تعداد فروش بیشتر و قیمت فروش بیشتر به نوعی می‌تواند پیشرو بودن در آمدی شرکت را نیز نشان دهد، البته قیمت تمام شده و حاشیه سود شرکت رقیب باید مدنظر باشد تا بتوان در مورد بهینگی آن هم نتیجه گرفت که اطلاعات آن در دسترس محقق نبوده است. با این وجود میانگین تعداد فروش رقیب پیشرو تقریباً ۷ برابر و میانگین قیمت فروش آن ۵ درصد بیشتر از قیمت محصول موردنظر شرکت مورد بررسی است.

نمودارهای توزیع نرمال قیمت فروش نیز در ادامه آورده شده است. در تصویر ۳ و تصویر ۴ نمودارهای توزیع نرمال قیمتی شرکت گلا و کاله آورده شده است که انحراف شدید، نشان‌دهنده رشد شدید قیمتی در سال ۱۴۰۱ به دلیل آزادسازی قیمت نهاده‌های دامی و حذف ارز ۴۲۰۰۰ ریالی از آن است که به روشنی در تصویر مشهود است.



تصویر ۳- نمودار توزیع فراوانی قیمت محصول پنیر خامه‌ای ۱۰۰ گرمی شرکت گلا

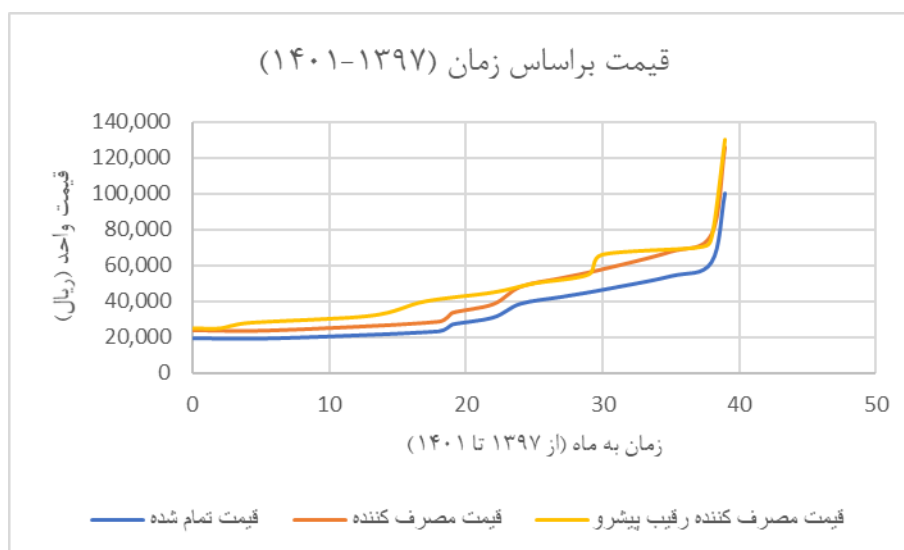


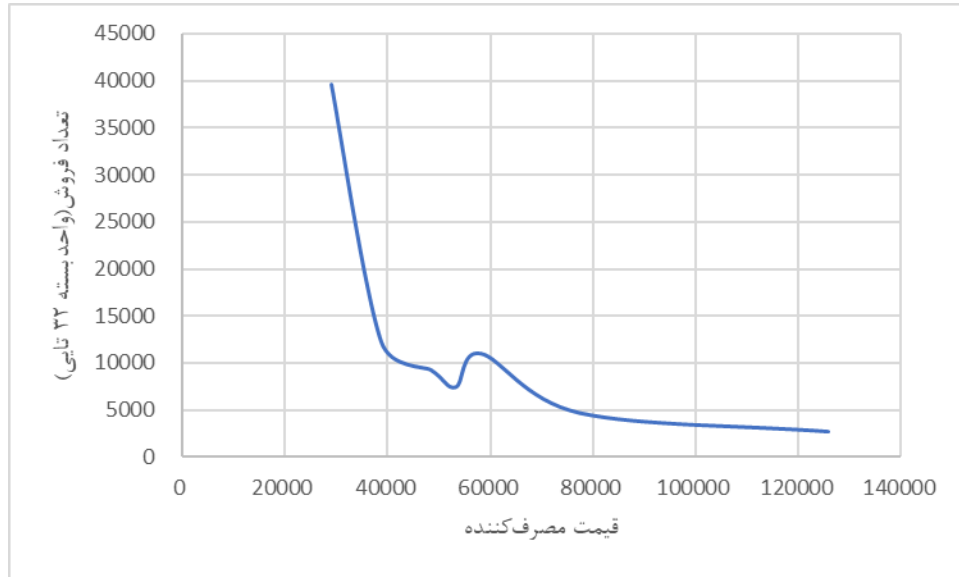
تصویر ۴- نمودار توزیع فراوانی قیمت محصول پنیر خامه‌ای ۱۰۰ گرمی شرکت رقیب پیشرو

پس از جمع‌آوری و پالایش اطلاعات نوبت به بررسی روندها به منظور انتخاب الگوریتم مناسب برای تحلیل می‌رسد. برای دستیابی به این منظور، اطلاعات پارامترهای مختلف به صورت نمودار ترسیم شده تا نمایش مناسبی برای کمک به انتخاب نمودار برازش متناسب را پیش روی محقق قرار دهد.

مطابق آنچه در تصویر ۵ مشهود است؛ در بازه سال‌های ۱۳۹۷-۱۴۰۱ قیمت تمام‌شده محصول رشد قیمت کلی شدیدی را نشان می‌دهد. با نگاهی دقیق‌تر می‌توان دریافت که رشد قیمت با وجود سرعت‌های رشد متفاوت اما تدریجی از سال ۱۳۹۷-۱۴۰۰ اتفاق افتاد. با این وجود در ادامه در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ رشد بسیار شدیدی در قیمت‌ها اتفاق افتاده است. در ادامه به اثرات آن پرداخته خواهد شد.

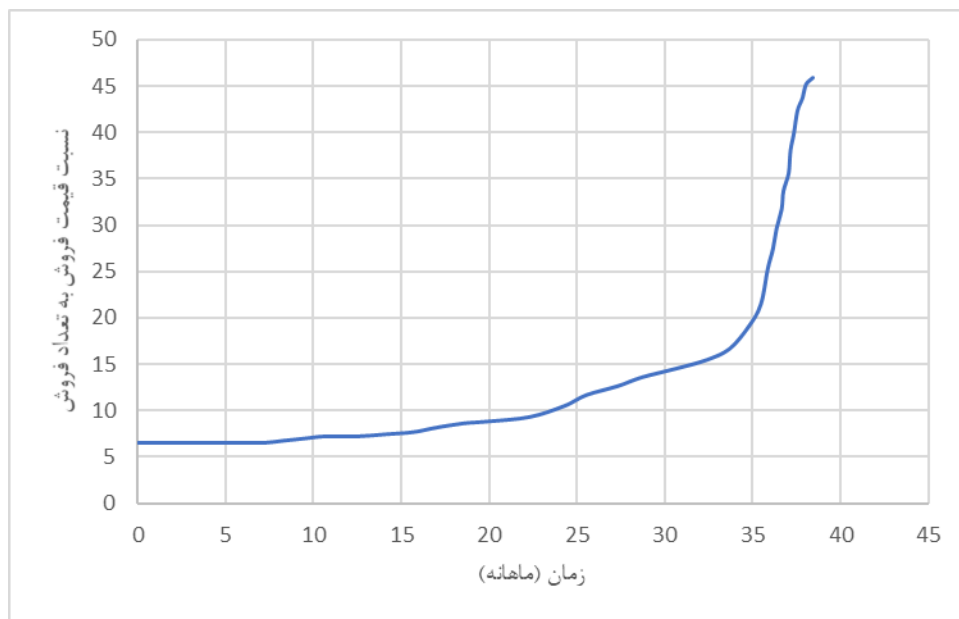
افزایش قیمت تمام‌شده، طبیعتاً افزایش قیمت مصرف‌کننده را منجر خواهد شد و به دلیل حاشیه سود تقریباً ثابتی که شرکت برای محصولاتش در نظر می‌گیرد رفتار نمودار قیمت مصرف‌کننده و قیمت تمام‌شده تا حدود بسیاری مشابه یکدیگرند. روند افزایشی قیمت مصرف‌کننده بر روی تقاضای محصول اثر می‌گذارد این ادعا را نمودار کشش قیمتی تقاضا که تغییرات تعداد فروش را براساس تغییرات قیمتی نشان می‌دهد اثبات می‌کند. این تاثیر نیز بدین صورت است که با افزایش قیمت، تقاضا برای خرید محصول کاهش می‌یابد. نمودار کشش قیمتی تقاضا در تصویر ۶ آورده شده است.





تصویر ۶- نمودار تغییرات تعداد فروش (بسته‌های ۳۲ تایی و ماهانه) بر اساس تغییرات قیمت مصرف‌کننده. کشش قیمتی تقاضا.

پارامتر قیمت به تعداد فروش نسبتی است مفید که می‌تواند در دوره‌های زمانی جدید نسبت قیمت به مقدار فروش را تولید کرده و گزارش دهد. می‌توان از این نسبت به عنوان شاخصی برای بهینگی نیز بهره برد. بدین صورت که نسبت جدید پیش‌بینی شده را با تعداد فروش مدنظر در نظر گرفت و قیمت جدید را تولید کرد و برنامه تولید را نیز مطابق با آن طرح‌ریزی نمود. با استفاده از داده‌های موجود نمودار آن به قرار تصویر ۷ است.



تصویر ۷- نمودار نسبت قیمت فروش به تعداد فروش در واحد زمان ماهانه

در ادامه برای پیش‌بینی قیمت آتی به همراه تعداد تولید، عبارتی نسبت مناسب قیمت فروش به ازای تعداد فروش به دست می‌آید.

معادله چندجمله‌ای درجه چهارم مطابق رابطه ۱ بر روی دامنه داده‌ها اعمال شد.

$$f(x)=ax^4+bx^3+cx^2+dx+e \quad \text{رابطه ۱}$$

که پس از حل بر روی دامنه یاد شده، نتایج زیر بر روی شاخص‌های تعریف شده بدست آمده است.

R2 0.986636
 MAE 0.028254
 MSE 0.001428
 a: coef0 1.169783
 b: coef1 -10.791020
 c: coef2 37.000626
 d: coef3 -50.066559
 e: coef4 23.751514
 Name: 759, dtype: float64

با جاگذاری مقادیر بدست آمده در رابطه ۱، رابطه ۲ را خواهیم داشت که مطابق زیر خواهد شد.

$$f(x)= 1.169783*x^4-10.791020*x^3+37.000626*x^2-50.066559*x+23.751514 \quad \text{رابطه ۲}$$

معیار اصلی برای مناسب بودن مدل ریاضی پیش‌بینی کننده قیمت‌های آتی مطابق تحقیقات پیشین معیار ضریب تعیین R^2 در نظر گرفته شده است. طریقه محاسبه شاخص در رابطه ۳ و رابطه ۴ آورده شده است.

$$\begin{array}{l} \text{رابطه ۳} \\ \text{تغییرات توضیح داده نشده} + \\ \text{تغییرات توضیح داده شده} = \\ \text{کل تغییرات} \end{array} \quad \begin{array}{l} +RSS \\ =ESS \\ TSS \end{array}$$

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = \frac{TSS-RSS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS} \quad \text{رابطه ۴}$$

R^2 مقداری بین ۰ درصد و ۱۰۰ درصد به دست می‌آید که عدد ۰ درصد نشان می‌دهد که مدل هیچ ارتباطی با متغیرهای وابسته و مستقل را در اطراف میانگین آن نشان نمی‌دهد و عدد ۱۰۰ درصد نشان می‌دهد که مدل همه تغییرپذیری داده‌های پاسخ در اطراف میانگین آن را تبیین می‌نماید.

¹R-squared correlation

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

قیمت‌گذاری هوشمند به کمک هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌تواند سرعت و دقت قیمت‌گذاری را بالا ببرد و از خطاهای طبیعی انسانی بکاهد و همچنین در صرف زمان گروه‌های تخصصی قیمت‌گذاری صرفه‌جویی نماید. اصل اساسی در این تحقیق در نظر گرفتن پیشینه قیمت‌ها و نقطه قوت آن در نظر گرفتن شرایط رقبا و قیمت تمام شده، برای تولید قیمت جدید مناسب برای مصرف‌کننده با حاشیه سود قابل قبول برای تولیدکننده متناسب با استراتژی شرکت است. ماندن در بازار و رقابتی بودن قیمت تولیدشده از مزایای الگوریتم بهره گرفته شده می‌باشد.

الگوریتم پیشنهادی توانسته است یا ضریب تشخیص ۹۸/۶ درصدی تطابق بالای مقادیر پیش‌بینی و مقادیر دامنه را نشان دهد. در این الگوریتم براساس استراتژی مبتنی بر هزینه محدودیت حداقل ۲۰ درصدی از قیمت تمام شده و همچنین براساس استراتژی مبتنی بر رقابت محدودیت ۳ درصد زیر قیمت رقیب پیشرو بر روی قیمت‌های پیشنهادی اعمال شده است. درصدهای مذکور براساس نظر خبرگان شرکت مربوطه و براساس استراتژی شرکت می‌باشد. در این راستا متناسب با ظرفیت تولید و برنامه‌ریزی‌های تعداد فروش می‌توان از روی مقدار پیش‌بینی شده جدید که براساس سابقه قیمت و تعداد فروش بدست می‌آید، قیمت جدید را تولید کرد. قیمتی که هر سه استراتژی اصلی قیمت‌گذاری را پوشش می‌دهد.

به محققان پیشنهاد می‌شود استراتژی‌های دیگر قیمت‌گذاری را بصورت ترکیبی مدل کرده و با استفاده از الگوریتم‌های متنوع یادگیری ماشین مورد تحلیل و بررسی قرار دهند تا مسیر قیمت‌گذاری با دقت بسیار بالا بتواند خود را با شرایط محیطی تطابق دهد. هر چه از الگوریتم‌های دقیق‌تر و با سرعت بالاتر برای استراتژی‌های متفاوت قیمت‌گذاری بتوان بهره برد، می‌توان قیمت نهایی را با در نظر گرفتن تعداد بیشتری از پارامترهای موثر بر قیمت تولید نمود. این یعنی قیمت تولیدی از لحاظ متفاوت بهینه بوده و علاوه بر تامین سود انتظاری قابل رقابت و منطف در شرایط متفاوت است.

علاوه بر این می‌توان چند هدف و محدودیت را همزمان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و چند هدفه با الگوریتم‌های یادگیری ماشین تلفیق نمود تا بتوان بطور همزمان چند تابع متفاوت را با استراتژی‌های متنوع ترکیب نمود. نتیجه آن نیز می‌تواند برای محققین و شرکت‌ها مفید و کمک‌کننده باشد.

- An, J., Mikhaylov, A., & Moiseev, N. (2019). Oil Price Predictors: Machine Learning Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(5), 1–6. Retrieved from <https://www.econjournals.com/index.php/ijeeep/article/view/7597>.
- Armstrong G. & Kotler P. (2007). *Marketing : an introduction* (8th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Asker, J. Fershtman, Ch. & Pakes, A. . (2021). Artificial Intelligence and Pricing: The Impact of Algorithm Design. National Bureau of Economic Research Working Paper Series. No. 28535. DOI 10.3386/w28535.
- Gu, S. Kelly, B. Xiu, D. (2020). Empirical Asset Pricing via Machine Learning, *The Review of Financial Studies*, Volume 33, Issue 5, Pages 2223–2273, <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa009>
- Hinterhuber, A. (2008). Customer Value-Based Pricing Strategies: Why Companies Resist. – *Journal of Business Strategy*, Vol. 29, N 4, pp. 41-50. doi: 10.1108/02756660810887079.
- Hogan, J. (2010). Building a World-Class Pricing Capability: Where does your company stack up?. – Monitor Group Perspectives. Monitor Deloitte. pp. 1-8.
- Ito S, Fujimaki R. Optimization beyond prediction: Prescriptive price optimization. In: Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2017. p. 1833–1841.
- Kienzler, M., Kowalkowski, C. (2017). Pricing Strategy: A Review of 22 Years of Marketing Research. – *Journal of Business Research*, Vol. 78, pp. 101-110. doi: 10.1016/j.jbusres.2017.05.005.
- Kostova-Pickett, D., Kostova, I. (2018). Confident pricing. RIK 'Iskra M-I'. Stara Zagora. [Костова-Пикет, Д. и Костова, И. (2018). Ценообразуване с увереност. РИК 'Искра М-И'. Стара Загора].
- Kotler, P. (1995), "Principles of Marketing", USA, Prentice Hall.
- Kotler, P., Armstrong, G. (2018). *Principles of Marketing*. 17th ed. Global edition. Pearson.
- Liozu, S., Hinterhuber, A. (2013). Pricing orientation, pricing capabilities, and firm performance. – *Management Decision*, 51 (3), pp. 594-614. doi: 10.1108/00251741311309670.
- Lipsits, I. (2014). Pricing. Moscow. Yurait Publishing House. [Липсиц, И. (2014). Ценообразование. Москва. Издательство 'Юрайт'].
- Macdivitt, H., Wilkinson, M. (2012). *Value-Based Pricing: Drive Sales and Boost Your Bottom Line by Creating, Communicating and Capturing Value*. NY: McGraw-Hill.
- Monroe, K. (2003). *Pricing: Making Profitable Decisions*. 3ed. NY: McGraw-Hill.
- Nagle, T., Hogan, J., Zale, J. (2014). *The Strategy and Tactics of Pricing – A Guide to Profitable Decision Making*. 5th ed. Pearson New International Edition.
- Netseva-Porcheva, T., Bozev, V. (2019). Profiling Companies According to the Adopted Pricing Strategy. – *Economic Studies*, 28(3), pp. 144-164.
- Tanushev, H. (2012). Methods of competition analysis. – In: Jelev, S., Mladenova, G. et al. *Marketing*. Sofia. UNWE Publishing Complex. pp. 68-92. [Танушев, Хр. (2011). Методи за анализ на конкуренцията, в: С., Младенова, Г. и кол. Маркетинг. София. ИК-УНСС. стр. 68-92].

- Schindler, R. (2012). *Pricing Strategies: A Marketing Approach*. SAGE Publications, Inc.
- Gladkih, I. (2013). *Company pricing strategy: oriented towards the consumer*. Higher school of management SPbGU. [Гладких, И. (2013). *Ценовая стратегия компании: ориентация на потребителя*. Высшая школа менеджмента СПбГУ].
- Shahrel, M.Z., Mutalib, S., Abdul-Rahman, S. PriceCop–Price Monitor and Prediction Using Linear Regression and LSVM-ABC Methods for E-commerce Platform, *International Journal of Information Engineering and Electronic Business(IJIEEB)*, Vol.13, No.1, pp. 1-14, 2021. DOI: 10.5815/ijieeb.2021.01.01
- Simon, H. (2015). *Confessions of the Pricing Man: How Price Affects Everything*. Springer.
- Stiving, M. (2018). *Why value-based pricing works best*. Marketing Donut. Available at:<https://www.marketingdonut.co.uk/marketing-strategy/pricing/why-value-based-pricingworks-best>. Accessed: 4 July 2019.
- Tanya Sammut-Bonnici and Derek F. Channon, (2014). *Pricing strategy*. Wiley Encyclopedia of Management, John Wiley & Sons, Ltd.
- Tarasevich, V. (2010). *Price Policy*. Minsk. Piter. [Тарасевич, В. (2010). *Ценовая политика предприятия*. Минск. Питер].
- Toni, D., Milan, G. Saciloto, E., Larentis, F. (2017). Pricing strategies and levels and their impact on corporate profitability. – *Revista de Administração*, (52), pp. 120–133. doi:10.1016/j.rausp.2016.12.004.