

قیمت‌گذاری در زنجیره تامین بازی‌های ویدئویی در شرایط عدم تقارن اطلاعات با در نظر گرفتن تأثیر بلاکچین

سوران عابدزاده

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران soran.abedzadeh@uok.ac.ir

انور محمودی^۱

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران anwar.mahmoodi@uok.ac.ir

چکیده

با رشد چشمگیر دستگاه‌های هوشمند و کنسول‌های بازی، تعداد بازیکنان در سطح جهانی افزایش یافته است. یکی از چالش‌های مهم در زنجیره تأمین بازی‌های دیجیتال، عدم تقارن اطلاعاتی میان توسعه‌دهندگان و پلتفرم‌هاست که بر ساخت و قیمت‌گذاری بازی‌ها تأثیر می‌گذارد. این پژوهش با بررسی یک زنجیره شامل توسعه‌دهنده و پلتفرم، به تحلیل قیمت‌گذاری نمایندگی بازی‌ها در شرایط عدم تقارن اطلاعاتی می‌پردازد. فناوری‌هایی مانند بلاکچین و مدل‌های تجاری پلتفرم‌محور نقش مهمی در تحول دیجیتال این زنجیره دارند. با بهره‌گیری از مدل بازی استکلبرگ، که در آن پلتفرم نقش رهبر و توسعه‌دهنده نقش پیرو را دارد، تأثیر بلاکچین بر تصمیم‌گیری‌ها بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که بلاکچین موجب کاهش عدم تقارن اطلاعاتی، افزایش کیفیت بازی، ارتقای تلاش پلتفرم و بهبود جایگاه چانه‌زنی توسعه‌دهنده‌ها شده و نرخ تقسیم درآمد را کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: زنجیره تامین بازی‌های ویدئویی، قیمت‌گذاری نمایندگی، بازی استکلبرگ، بلاکچین، عدم تقارن اطلاعات

Pricing in the video game supply chain under information asymmetry considering the impact of blockchain

Soran Abedzadeh, soran.abedzadeh@uok.ac.ir

M.Sc. Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Kurdistan,
Sanandaj, Iran

Anwar Mahmoodi, (corresponding author), anwar.mahmoodi@uok.ac.ir

Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Kurdistan,
Sanandaj, Iran

Abstract

The rapid growth and diversification of smart devices and gaming consoles have driven a significant global expansion of the video game industry, resulting in a dramatic rise in the number of players and the complexity of its supply chains. Within these digital supply chains, information asymmetry remains one of the most critical challenges for both game developers and platforms, affecting decisions on pricing, quality, and investment. Traditional wholesale contracts have often been employed, yet the increasing prevalence

^۱ نویسنده مسؤول

of agency pricing models has highlighted the need for more nuanced approaches. Emerging technologies, particularly blockchain, alongside platform-based business models, play a transformative role in enhancing transparency, reducing opportunistic behavior, and reshaping the economics of the industry.

This study investigates a digital game supply chain consisting of a developer and a platform, where decisions on price, game quality, and promotional effort are analyzed under asymmetric information. To capture the hierarchical nature of this interaction, we employ a Stackelberg game framework, designating the platform as the leader and the developer as the follower. The model is examined under two scenarios: the absence of blockchain and the presence of blockchain. By comparing these scenarios, the research evaluates how blockchain adoption influences decision-making, bargaining power, and overall supply chain performance.

Numerical analysis reveals that blockchain implementation reduces information asymmetry by enabling developers to access more accurate demand information. This transparency allows developers to set higher-quality standards and more informed prices, while platforms increase their promotional efforts. Consequently, blockchain adoption enhances the overall efficiency of the supply chain, improves end-user satisfaction, and strengthens the developer's bargaining position, which in turn lowers the revenue-sharing rate demanded by the platform. The findings contribute to both theory and practice by integrating agency pricing, Stackelberg competition, and blockchain into a unified framework for video game supply chains. Beyond offering managerial insights for developers and platforms, the study emphasizes blockchain's potential as a strategic tool for mitigating risks associated with information asymmetry and fostering sustainable growth in the digital gaming industry.

Keywords: Video game supply chain, Agency pricing, Stackelberg game, Blockchain, Information asymmetry.

۱. مقدمه

با گسترش فناوری در حوزه‌های رایانه و اینترنت، بازی‌های ویدئویی و آنلاین به تدریج جایگزین سرگرمی‌ها و بازی‌های سنتی شده‌اند. افزون بر این، پیشرفت‌های چشم‌گیر در عرصه کنسول‌های خانگی و تلفن‌های هوشمند، موجب محبوبیت گسترده این نوع بازی‌ها در میان جوانان و حتی افراد میان سال شده است. صنعت بازی دستخوش تحولات عمده‌ای در زمینه فناوری‌ها و الگوهای کسب و کار شده است. از جمله این تغییرات، گذار از توزیع نسخه‌های فیزیکی (مانند سی‌دی) به نسخه‌های دیجیتال است. روند تولید و عرضه بازی‌های ویدئویی در قالب یک زنجیره تأمین سازمان‌یافته انجام می‌شود، که در آن توسعه دهندگان وظیفه تولید محتوا را بر

عهده دارند و اپراتورها از طریق پلتفرم‌های دیجیتال، آن‌ها را در اختیار کاربران قرار می‌دهند. در سال ۲۰۱۵، درآمد جهانی این صنعت حدود ۹۱ میلیارد دلار برآورد می‌شد. با گذشت زمان، این رقم به‌طور مداوم افزایش یافت و در سال ۲۰۲۴ به ۱۸۷.۷ میلیارد دلار رسید. پیش‌بینی می‌شود که این روند صعودی ادامه یابد و در سال ۲۰۲۵ به حدود ۲۰۰ میلیارد دلار برسد. همه‌گیری کووید-۱۹ در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ نیز به عنوان یک عامل تسریع‌کننده در رشد این صنعت عمل کرد. با افزایش زمان ماندن در خانه، تقاضا برای سرگرمی‌های دیجیتال افزایش یافت و فروش بازی‌های دیجیتال به‌طور قابل توجهی رشد کرد [۱]. اما در حالی که بازی‌های فیزیکی همچنان برای برخی از مصرف‌کنندگان جذابیت دارند، پیدایش پلتفرم‌های فروش بازی‌های ویدئویی مانند استیم، پلی

استیشن ستور، اپیک گیمز و ... باعث افزایش تقاضا برای نسخه‌های دیجیتالی بازی‌ها شده است، نسخه‌های دیجیتالی که به سرعت در حال تسلط بر بازار جهانی است. در سال ۲۰۲۴، سهم فروش نسخه دیجیتال در بازار بازی‌های ویدیویی جهانی به بیش از ۹۵ درصد رسید، در حالی که فروش فیزیکی تنها ۴.۶ درصد از کل درآمدها را تشکیل می‌داد. این کاهش شدید در فروش نسخه‌های فیزیکی نشان دهنده تغییرات عمده در رفتار مصرف‌کنندگان است که به دلیل سهولت دسترسی و سرعت دانلود، به خریدهای دیجیتال روی آورده‌اند [۲]. قیمت‌گذاری بازی‌هایی که به صورت دیجیتال از طریق پلتفرم‌ها در اختیار بازیکنان قرار می‌گیرد، با شیوه قیمت‌گذاری محصولات فیزیکی تفاوت دارد و وابستگی مستقیمی به میزان موجودی این بازی‌ها ندارد. یکی از روش‌های سنتی در این حوزه، استفاده از مدل عمده فروشی برای تعیین قیمت است. با این حال، الگوی دیگری نیز به نام مدل نمایندگی در قیمت‌گذاری بازی‌های ویدیویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرچند گسترش خرده فروشی آنلاین به افزایش استفاده از مدل نمایندگی منجر شده است، اما مدل عمده فروشی همچنان در بسیاری از موارد رایج باقی مانده است. برای نمونه، در کشور چین بسیاری از عرضه‌کنندگان محصولات خود را از طریق پلتفرمی مانند JD.com با استفاده از مدل نمایندگی قیمت‌گذاری می‌کنند، در حالی که پلتفرم ونسپل که چهارمین خرده فروش بزرگ پوشاک آنلاین محسوب می‌شود، غالباً از شیوه عمده فروشی در تعامل با تأمین‌کنندگان بهره می‌برد [۳]. شرکت‌های اپل، گوگل و آمازون از قیمت‌گذاری نمایندگی برای فروش بازی‌ها و برنامه‌ها در فروشگاه‌های خود استفاده می‌کنند. توسعه‌دهندگان قیمت محصولات خود را تعیین می‌کنند و پلتفرم‌ها درصدی از فروش را به عنوان کارمزد یا نرخ تقسیم درآمد (کمسیون) دریافت می‌کند. قیمت‌گذاری و تبلیغات از موضوعات راهبردی و حیاتی برای شرکت‌ها محسوب

می‌شوند. تعیین سطح مناسب قیمت‌ها و ارائه برنامه‌های تبلیغاتی مؤثر اهمیت دارد زیرا تأثیر بسزایی در رشد تقاضای بازار و در نهایت، افزایش سودآوری شرکت‌ها خواهد داشت [۴]. بررسی تأثیر قابلیت‌های بازاریابی (شامل هوش بازار، قیمت‌گذاری، نوآوری، توزیع و ارتباطات) نشان داده است که تمامی قابلیت‌های بازاریابی مورد بررسی، به طور معناداری بر مزیت رقابتی مؤثرند و این مزیت خود عاملی کلیدی در تعیین بهبود عملکرد شرکت‌ها است [۵]. عدم تقارن اطلاعات یکی از چالش‌های اصلی توسعه دهندگان بازی‌هاست زیرا نمی‌توانند بینش و آینده نگری مناسبی برای توسعه و رفع تقاضای بازیکنان داشته باشند. شرکت‌های بازی سازی برای کاهش آسیب ناشی از عدم تقارن و شفافیت اطلاعات می‌توانند از فناوری بلاکچین بهره ببرند تا مشکل عدم تقارن اطلاعات تقاضا در زنجیره تأمین را رفع کند و انتقال و اشتراک‌گذاری دقیق اطلاعات بازار به شرکت‌های بالادستی را محقق سازد [۶]. استفاده از فناوری بلاکچین در بازی‌های ویدیویی مستلزم پرداخت هزینه‌های ثابتی نظیر هزینه‌های پیاده‌سازی و نگهداری سیستم است که این مخارج معمولاً بر عهده توسعه دهنده است و می‌تواند بر سودآوری نهایی او اثرگذار باشد. با این حال، پذیرش بلاکچین می‌تواند آستانه تحمل بازیکنان در برابر قیمت‌های بالاتر را افزایش دهد. این فناوری با ایجاد شفافیت در اطلاعات بازی و کاهش عدم تقارن اطلاعات میان توسعه دهندگان و پلتفرم‌ها موجب افزایش اعتماد کاربران می‌شود. افزون بر این، ویژگی‌های امنیتی بالا و مقاومت بلاکچین در برابر دستکاری، احتمال تقلب را کاهش داده و موجب ارتقای تجربه کاربری می‌گردد. در نتیجه، بازیکنان تمایل بیشتری به پرداخت و اعتماد به پلتفرم‌های ارائه‌دهنده این بازی‌ها پیدا می‌کنند. در خصوص بازی‌های آنلاین، در صورتی که بازیکنان احساس کنند که محیط بازی به صورت منصفانه و عاری از تقلب اداره می‌شود، سطح رضایت آنان افزایش می‌یابد. در بازی‌های داستان محور نیز بازیکنان

با آگاهی از اینکه توسعه‌دهنده بازخوردها و تقاضاهای بازیکنان مانند داستان، گیم پلی جذاب، سطح گرافیکی زیبا، سازگاری و بهینه بودن بازی با سخت افزار کنسول‌ها و رایانه‌ها و موارد مشابه را در نظر گرفته است باعث افزایش رضایت بازیکنان می‌شود. در این ساختار زنجیره تأمین، پلتفرم به دلیل برخورداری از قدرت بالاتر در تعیین میزان کمیسیون و ایفای نقش کلیدی در توزیع، به‌عنوان رهبر در نظر گرفته می‌شود، در حالی که توسعه‌دهنده نقش پیرو را ایفا می‌کند. توسعه‌دهنده در پی آن است که با صرف حداقل هزینه، کیفیت بازی را در جنبه‌هایی مانند داستان، گیم پلی، گرافیک، صداگذاری و ... ارتقا دهد تا بتواند تقاضا و در نهایت درآمد خود را افزایش دهد. در مقابل، پلتفرم مسئولیت بازاریابی و تبلیغات بازی را بر عهده دارد و با انجام فعالیت‌هایی در زمینه تبلیغاتی و تولید محتوای مرتبط، در تلاش است فروش بازی را افزایش دهد. سطح کیفیت بازی از سوی توسعه‌دهنده و میزان تلاش پلتفرم از سوی پلتفرم تعیین می‌شود، که این دو مورد به‌طور مستقیم بر سطح تقاضا تأثیر می‌گذارند. سود نهایی هر یک از طرفین نیز متناسب با میزان مشارکت و تلاششان در این فرایند تعیین می‌شود. با این حال، باید توجه داشت که این اقدامات (کیفیت و تلاش پلتفرم) مستلزم صرف هزینه بوده و بدون هزینه نخواهند بود. این پژوهش یک زنجیره تأمین را در نظر می‌گیرد و با استفاده از مدل رهبر-پیرو (استکلبرگ) به تحلیل و بررسی این زنجیره تأمین پرداخته می‌شود. این زنجیره تأمین شامل یک توسعه‌دهنده و یک پلتفرم فروش بازی است. توسعه‌دهنده به دنبال تعیین سطح کیفیت و قیمت بهینه با استفاده از مدل قیمت‌گذاری نمایندگی است تا به حداکثر سود مالی دست یابد. پلتفرم، با فروش هر واحد از بازی کمیسیونی مطابق قرارداد خود با توسعه‌دهنده دریافت می‌کند و تلاش پلتفرم بهینه خود را با توجه به شرایط موجود تعیین می‌کند. در این پژوهش زنجیره

تأمین در دو وضعیت؛ ۱- عدم وجود بلاکچین (NB) و ۲- وجود بلاکچین (B) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نوآوری این پژوهش در ترکیب سه رویکرد مکمل است: (۱) مدل قیمت‌گذاری نمایندگی که کنترل قیمت را به توسعه‌دهنده واگذار می‌کند، (۲) استفاده از ساختار بازی استکلبرگ برای بازتاب واقع‌گرایانه قدرت پلتفرم‌ها، و (۳) ورود فناوری بلاکچین به‌عنوان ابزاری برای شفاف‌سازی و اعتمادسازی در تصمیم‌گیری. همچنین برخلاف بسیاری از مطالعات پیشین، این پژوهش عوامل سطح کیفیت بازی و تلاش پلتفرم (تبلیغات و بازاریابی) را به‌عنوان متغیرهای تصمیم‌گیری کلیدی در مدل لحاظ کرده است.

در وضعیت عدم وجود بلاکچین توسعه‌دهنده با عدم تقارن اطلاعات روبرو است اما در وضعیت وجود بلاکچین این مشکل رفع می‌شود و توسعه‌دهنده در شرایط بهتری قرار می‌گیرد. ابتدا زنجیره تأمین در حالت اول مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد تا اثرات عدم تقارن اطلاعات بر زنجیره تأمین بررسی شود سپس با ورود فناوری بلاکچین به زنجیره تأمین تأثیر این فناوری بر قیمت، سطح کیفیت، نرخ تقسیم درآمد (کمیسیون) و تلاش پلتفرم مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. ادامه مقاله به این صورت است: بخش ۲ شامل پیشینه پژوهش و مرور ادبیات است، در بخش ۳ بررسی مدل ریاضی و در بخش ۴ حل مسئله ریاضی ارائه می‌شود در بخش ۵ نتایج عددی برای بررسی تحلیل حساسیت پارامترهای اصلی انجام شده است. در نهایت، در بخش ۶ نتیجه‌گیری پژوهش ارائه گردیده است.

۲. پیشینه پژوهش و مرور ادبیات

از دهه ۱۹۸۰ تاکنون، زنجیره تأمین در صنعت بازی‌های ویدیویی تغییرات چشم‌گیری را تجربه کرده است. در ابتدا، صنعت بازی عمدتاً متکی بر توسعه‌دهندگان مستقل و توزیع فیزیکی بازی‌ها برای کنسول‌ها و آرکیدها بود [۵]. در دهه

۱۹۹۰، با رواج دیسک‌های نوری و فروشگاه‌های خرده‌فروشی، ناشران و استودیوهای بزرگ وارد زنجیره شدند و ساختار آن متمرکزتر شد [۶]. با آغاز دهه ۲۰۰۰، اینترنت و توزیع دیجیتال، به‌ویژه از طریق پلتفرم‌هایی مانند استیم، مدل سنتی عرضه فیزیکی را به تدریج کنار زد [۷]. در دهه ۲۰۱۰، با گسترش گوشی‌های هوشمند و پلتفرم‌هایی مانند گوگل پلی و اپ استور، زنجیره تأمین بازی‌ها به شدت وابسته به پلتفرم‌های موبایلی و مدل‌های درآمدی فریموم شد. بازی‌هایی مانند کندی کراش ساگا و کلش آف کلنز با استفاده از این مدل‌ها به موفقیت‌های مالی قابل توجهی دست یافتند [۸]. در این دوره، داده‌محوری و تبلیغات دیجیتال نیز به اجزای کلیدی زنجیره ارزش تبدیل شدند. در دهه ۲۰۲۰، با ظهور فناوری بلاکچین و بازی‌های متاورسی، ساختارهای غیرمتمرکز وارد زنجیره تأمین شدند و بازیکنان نقش فعالی در تملک، تولید و مبادله دارایی‌های درون‌بازی ایفا کردند [۹]. این روند بیانگر گذار تدریجی از زنجیره‌های فیزیکی و متمرکز به ساختارهای دیجیتال، تعاملی و غیرمتمرکز است که در آن مرز بین تولیدکننده و مصرف‌کننده در حال محو شدن است.

۲.۲. قیمت‌گذاری نمایندگی

قراردادهای عمده‌فروشی و نمایندگی از جمله ساده‌ترین و رایج‌ترین انواع قراردادهایی هستند که در تعامل میان پلتفرم‌های آنلاین و تأمین‌کنندگان به کار می‌روند. از این رو، بررسی این موضوع که در چه شرایطی یکی از این دو قرارداد بر دیگری ارجحیت دارد، از منظرهای مدیریتی و اقتصادی حائز اهمیت کاربردی است. پژوهش‌های اخیر در زمینه قراردادهای مبتنی بر پلتفرم، عوامل کلیدی متعددی را شناسایی کرده‌اند که در تعیین نوع قرارداد اثرگذارند؛ از جمله میزان قابلیت جایگزینی محصولات، شدت رقابت میان پلتفرم‌ها، و سطح فعالیت‌های بازاریابی [۱۰]. دانگ و نویسندگان با تمرکز بر یک تأمین‌کننده با محدودیت سرمایه

در زنجیره تأمین دیجیتال، نشان دادند که چگونه تأمین مالی و فناوری بلاکچین بر انتخاب استراتژی کانال (مستقیم یا پلتفرم) و قیمت‌گذاری (عمده‌فروشی یا نمایندگی) تأثیر می‌گذارد. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که اگرچه استفاده از بلاکچین همواره به نفع تأمین‌کننده است، اما سودآوری آن برای پلتفرم تنها در صورتی محقق می‌شود که سرمایه اولیه تأمین‌کننده پایین باشد و لزوماً به یک بهبود برد-برد برای کل زنجیره منجر نمی‌شود [۳]. آوینادو و همکاران با بهره‌گیری از یک قرارداد مبتنی بر تقسیم درآمد، به مدل‌سازی زنجیره تأمین یک اپلیکیشن موبایل پرداخته‌اند و تأثیر نگرش‌های متفاوت نسبت به ریسک در میان توسعه دهندگان و خرده‌فروشان را بر تصمیمات مرتبط با قیمت‌گذاری و سرمایه‌گذاری در کیفیت مورد بررسی قرار داده‌اند. همچنین مدل تقسیم درآمد با قرارداد عمده‌فروشی مقایسه شده و مزایای آن برای مصرف‌کنندگان و در برخی موارد برای کل زنجیره تأمین برجسته شده است [۱۱]. ژبالی و همکاران به تحلیل تصمیم‌گیری مشترک پیرامون قیمت‌گذاری خرده‌فروشی و سطح تلاش برای ارتقاء کیفیت در زنجیره تأمین محصولات مجازی می‌پردازند و نقش اشتراک‌گذاری اطلاعات میان اعضای زنجیره را در بهبود این تصمیمات بررسی می‌کنند [۱۲]. تان و همکاران با تمرکز بر مدل نمایندگی در زمینه کالاهای دیجیتال نظیر کتاب‌های الکترونیکی، نشان دادند که استفاده از قراردادهای تقسیم درآمد می‌تواند به هماهنگی مؤثر زنجیره تأمین در حضور خرده‌فروشان رقیب منجر شود. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که محدوده‌هایی از نرخ تقسیم درآمد وجود دارد که منجر به بهبود پارتو می‌شود، یعنی شرایطی را فراهم می‌آورد که همه طرف‌های درگیر در زنجیره از آن منتفع می‌شوند [۱۳]. تان و کاریلو در پژوهشی دیگر قیمت‌گذاری نمایندگی ناشر و نمایندگی خرده‌فروش را بررسی کردند و نشان دادند که استراتژی نمایندگی می‌تواند رفاه مصرف‌کننده را بهبود

بخشد [۱۴]. جانسون تعاملات استراتژیک مدل نمایندگی و مدل عمده‌فروشی را بررسی کرده و نشان می‌دهد که مصرف‌کنندگان در مدل نمایندگی وضعیت بهتری دارند [۱۵، ۱۶]. لین چن و همکاران تأثیر نوع مدل قیمت‌گذاری انتخاب‌شده (اعم از مدل عمده‌فروشی یا نمایندگی) را بر سود خرده‌فروش آنلاین، سود کل صنعت، مازاد مصرف‌کننده و رفاه اجتماعی مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که مدل قیمت‌گذاری نمایندگی همواره باعث کاهش قیمت خرده‌فروشی و افزایش مازاد مصرف‌کننده می‌شود. مهم‌تر از آن، نتایج حاکی از آن است که با انتقال از مدل عمده‌فروشی به مدل نمایندگی، هم سود صنعت و هم سطح رفاه اجتماعی افزایش می‌یابد [۱۷]. آبیشک و همکاران در پژوهش خود با استفاده از یک مدل نظری ساده، شرایط بهینه برای خرده‌فروشان آنلاین در انتخاب مدل فروش نمایندگی یا مدل فروش سنتی را نشان دادند [۱۸]. لانگمی و بنیانگ با بررسی زنجیره تأمین بازی‌های آنلاین شامل دو توسعه‌دهنده و یک پلتفرم، نشان دادند که فناوری بلاکچین با افزایش شفافیت اطلاعاتی، تصمیمات قیمت‌گذاری و سرمایه‌گذاری را بهبود می‌بخشد. همچنین در شرایط تقاضای بالا یا تحمل قیمتی بیشتر بازیکنان، بلاکچین کیفیت محصول و تلاش‌های بازاریابی را ارتقا می‌دهد [۶]. دو و همکاران به بررسی یک مسئله استراتژیک کلیدی برای پلتفرم‌های سلامت آنلاین پرداختند، انتخاب میان قرارداد نمایندگی فروش و بازفروش در شرایطی که امکان معرفی تأمین‌کنندگان با کیفیت متمایز وجود دارد. این مسئله از طریق یک چارچوب مبتنی بر نظریه بازی مدل‌سازی شده است تا بتوان قیمت‌گذاری بهینه برای دو منبع درآمدی پلتفرم، یعنی هزینه مشاوره و فروش دارو، را تحلیل نمود. نتایج نهایی حاکی از آن است که اگرچه مدل بازفروش در اکثر سناریوها ارجحیت دارد، اما در شرایطی که هزینه دارو و نرخ کمیسیون به طور همزمان بالا باشند، انتخاب

مدل نمایندگی فروش می‌تواند هم به نفع پلتفرم و هم به نفع بیماران باشد [۱۹].

۳.۲. اشتراک‌گذاری اطلاعات، عدم تقارن اطلاعات و بلاکچین

چین-فو و یی-مینگ به بررسی تأثیر به اشتراک‌گذاری اطلاعات بر نگرش مشتریان شرکتی نسبت به وفاداری پرداختند. مطالعه‌ی تجربی بر روی ۲۳۹ مشتری شرکتی یک تأمین‌کننده بزرگ فولاد در تایوان نشان می‌دهد که خدمات به اشتراک‌گذاری اطلاعات، به ویژه در سطوح مدیریتی و استراتژیک، تأثیر مثبتی بر وفاداری مشتری دارد [۲۰]. گوو و ایر مواردی را تجزیه و تحلیل کردند که در آن تولیدکننده دسترسی برتری به اطلاعات در مورد تطابق محصول با ترجیحات مصرف‌کننده دارد، در حالی که خرده‌فروش هیچ وسیله مستقلی برای بهبود دانش خود در مورد تطابق محصول ندارد [۲۱]. س ژانگ و جی ژانگ انگیزه‌های یک پلتفرم آنلاین برای اشتراک‌گذاری اطلاعات تقاضا را با در نظر گرفتن تصمیم ورودی آفلاین درونی تأمین‌کننده، تحت هر دو حالت فروش از طریق نمایندگی و فروش مجدد، بررسی می‌کنند [۲۲]. لانگمی و بنیانگ در پژوهش خود نشان دادند که بلاکچین می‌تواند شفافیت اطلاعات را افزایش داده و باعث بهبود تصمیمات سرمایه‌گذاری و قیمت‌گذاری شود [۶]. همچنین بنیانگ و همکاران به بررسی نقش اشتراک‌گذاری اطلاعات در زنجیره تأمین بازی‌های آنلاین، شامل توسعه‌دهندگان و توزیع‌کنندگان پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که اشتراک‌گذاری اطلاعات تقاضا می‌تواند سرمایه‌گذاری در کیفیت محصول و بازاریابی را بهبود بخشد، به‌ویژه زمانی که تقاضای بازار نسبت به قیمت حساسیت کمتری دارد [۲۳]. وانگ و همکاران نشان دادند که پذیرش بلاکچین توسط پلتفرم‌های رقیب بستگی به هزینه استفاده از آن دارد. این محققان از فناوری پیشرفته بلاکچین برای حل

مشکلات عملی ناشی از اطلاعات غیرشفاف در زنجیره‌های تأمین محصولات فیزیکی استفاده کرده‌اند [۲۴]. لو و همکاران یک زنجیره تأمین دوکاناله شامل یک تأمین‌کننده، یک خرده‌فروش آنلاین و یک خرده‌فروش آفلاین تمرکز کردند که دو دسته محصول، محصول با اولویت راحتی و محصول با اولویت اعتماد، را بر اساس ترجیحات خرید مصرف‌کنندگان ارائه می‌دهند. آنها به این نتیجه رسیدند که پذیرش بلاکچین برای محصولات با اولویت اعتماد به طور مداوم منجر به افزایش رفاه اجتماعی می‌شود و برای محصولات با اولویت راحتی، رفاه اجتماعی تنها زمانی بهبود می‌یابد که شدت رقابت و ضریب هزینه هر دو پایین باشند [۲۵]. تائو و همکاران تأثیر فناوری بلاکچین را بر تصمیمات بهینه قیمت‌گذاری و کیفیت در زنجیره‌های تأمین پلتفرمی بررسی می‌کند. نویسندگان با استفاده از مدل‌های نظری استکلبرگ نشان می‌دهند که پذیرش بلاکچین توسط مصرف‌کننده نقش کلیدی در نتایج دارد. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط خاص، بلاکچین می‌تواند منجر به عرضه محصولات با کیفیت بالاتر و قیمت پایین‌تر شود. همچنین، رقابت بین پلتفرم‌ها می‌تواند مزایای بیشتری برای مصرف‌کننده فراهم کند [۲۶]. آویناداو و همکاران با بررسی قرارداد تقسیم درآمد بین یک پلتفرم و توسعه‌دهنده اپلیکیشن، به نقش اطلاعات نامتقارن و ریسک‌گریزی پرداختند. آنها دریافتند که تعادل پایدار زمانی حاصل می‌شود که پلتفرم به صورت یک‌طرفه اطلاعاتش را با توسعه‌دهنده به اشتراک بگذارد. همچنین، کاهش ریسک‌گریزی توسعه‌دهنده و استقلال بیشتر منابع اطلاعاتی، به سود هر دو طرف منجر می‌شود [۲۷]. ژانگ و همکاران با استفاده از یک مدل بازی، استراتژی‌های پذیرش بلاکچین و افشای اطلاعات کیفیت را برای تأمین‌کنندگان رقیب در یک پلتفرم تجارت الکترونیک تحلیل کردند. نتایج نشان می‌دهد که تصمیم به پذیرش به هزینه بلاکچین وابسته است و

پلتفرم ممکن است برای ایجاد یک وضعیت برد-برد، نیاز به ارائه مشوق به تأمین‌کنندگان داشته باشد [۲۸].

مطالعات مختلف نشان می‌دهند که در زنجیره‌تأمین‌های دیجیتال، قیمت‌گذاری عمده فروشی به عنوان یک روش سنتی و قیمت‌گذاری نمایندگی به عنوان گزینه‌ای جایگزین و مناسب مورد توجه قرار گرفته‌اند. کیفیت بازی‌ها نقش مهمی در تعیین قیمت و میزان تقاضای آنها دارد، و همچنین اقدامات تبلیغاتی پلتفرم‌ها می‌تواند فروش را به طور قابل توجهی افزایش دهد. با این حال، این دو عامل در مطالعات پیشین کمتر به طور جامع بررسی شده‌اند و بررسی دقیق‌تر آنها در زمینه زنجیره‌تأمین دیجیتال، به ویژه در صنعت بازی‌های ویدئویی ضروری است. از طرف دیگر، فناوری بلاکچین با قابلیت‌هایی مانند کاهش عدم تقارن اطلاعات، افزایش شفافیت و اعتماد میان اعضای زنجیره‌تأمین، نقش مؤثری در بهبود عملکرد این زنجیره‌ها ایفا کرده است. در زنجیره‌تأمین بازی‌های ویدئویی نیز چالش‌هایی مانند عدم تقارن اطلاعاتی و نیاز به شفافیت وجود دارد، بنابراین مطالعه نقش بلاکچین در این حوزه اهمیت ویژه‌ای دارد. در عمل نیز پلتفرم‌هایی مانند استیم و اپیک گیمز از مدل‌های مشابهی برای فروش بازی‌ها استفاده می‌کنند؛ آنها با دریافت درصدی از فروش به عنوان کمیسیون و اجرای فعالیت‌های بازاریابی و تبلیغاتی، به افزایش تقاضای بازی‌ها کمک می‌کنند.

این مقاله با بهره‌گیری از مدل قیمت‌گذاری نمایندگی به عنوان رویکردی نوین به جای روش سنتی عمده‌فروشی، به تحلیل تأثیر این روش بر سود کل زنجیره‌تأمین می‌پردازد. همچنین با در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر کیفیت بازی و میزان تلاش پلتفرم، به دنبال تعیین مقادیر بهینه این متغیرها در شرایط مختلف بازار است تا خلأهای پژوهشی موجود را پوشش دهد. در بخش پایانی نیز، کارآمدی یا ناکارآمدی فناوری بلاکچین در کاهش عدم تقارن اطلاعات، ارتقای شفافیت و تقویت اعتماد میان بازیکنان بررسی می‌شود تا

نقش فناوری‌های نوظهور در زنجیره تأمین دیجیتال و صنایع وابسته مورد ارزیابی قرار گیرد.

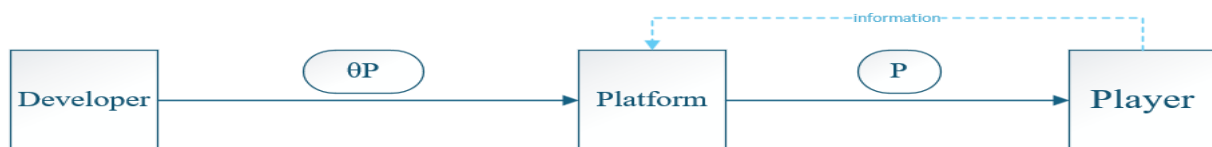
۳. مدل سازی ریاضی

در این پژوهش، توسعه‌دهنده بازی را تولید کرده و آن را در اختیار پلتفرم قرار می‌دهد تا با قیمت P به بازیکنان عرضه کند. پلتفرم به ازای هر فروش، مبلغ θP را به عنوان کمیسیون دریافت می‌کند. در بخش اول پژوهش، زنجیره تأمین در شرایط عدم تقارن اطلاعات بررسی می‌شود. در این حالت، توسعه‌دهنده از شرایط فعلی بازار، میزان تقاضا و بازخورد بازیکنان اطلاعی ندارد و صرفاً بر اساس داده‌های قبلی و بینش‌های گذشته، اقدام به قیمت‌گذاری و تعیین سطح کیفیت بازی می‌نماید. در مقابل، پلتفرم از تمامی اطلاعات بازار و تقاضا آگاه بوده و سیاست‌های خود را بر این اساس به‌روزرسانی می‌کند.

در بخش دوم پژوهش، با ادغام فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین، توسعه‌دهنده نیز به اطلاعات بازار دسترسی پیدا کرده و می‌تواند استراتژی‌های خود را با این داده‌ها هماهنگ سازد. ساختار کلی هر دو حالت در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

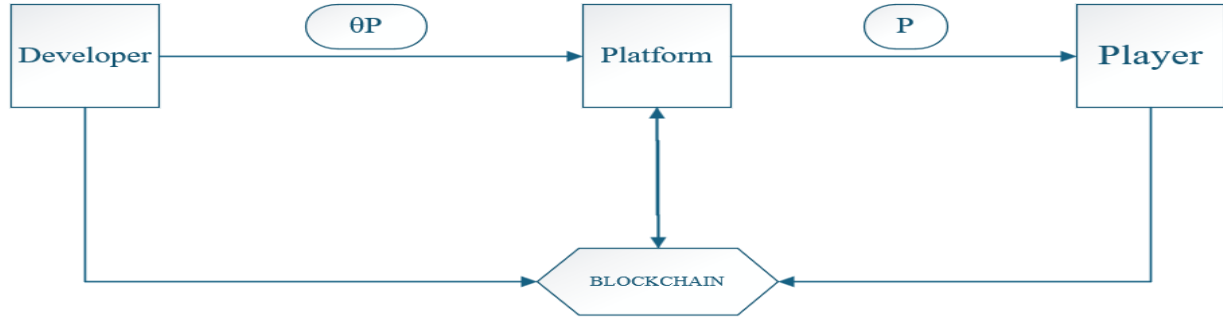
با توجه به شکل شماره ۱، توسعه‌دهنده بازی را تولید و قیمت نهایی بازی را مشخص می‌کند و در اختیار پلتفرم قرار می‌دهد تا پلتفرم بازی را به بازیکنان (گیمرها) به فروش برساند و با توجه به نرخ تقسیم درآمد برای فروش هر نسخه کمیسیون دریافت می‌کند. توسعه‌دهنده تمامی اطلاعات مانند تراکنش‌های مالی، مدت زمانی بازی کردن، سبک‌های مورد علاقه بازیکنان و اطلاعات دیگر را از بازیکنان دریافت می‌کند، اما این اطلاعات را در اختیار توسعه‌دهنده نمی‌گذارد و او با عدم تقارن اطلاعات روبرو می‌شود.

در شکل شماره ۲ و با ورود بلاکچین به زنجیره تأمین، تمامی ساز و کار تولید و فروش مانند حالت بدون بلاکچین است. اما در این حالت سطوح زنجیره تأمین در بلاکچین اطلاعات را بارگذاری می‌کنند و این اطلاعات می‌تواند مشکل عدم تقارن اطلاعات را برای توسعه‌دهنده رفع کند. همچنین بازیکنان با دیدن اطلاعات بازی از سطح کیفیت بازی آگاه شوند و در صورت رضایت از کیفیت تصمیم به پرداخت پول بیشتر برای بازی بگیرند.



شکل ۱: زنجیره تأمین در شرایط عدم تقارن اطلاعاتی.

Figure 1: Supply chain in conditions of information asymmetry.



شکل ۲: زنجیره تامین در شرایط وجود بلاکچین.

Figure 2: Supply chain in the presence of blockchain.

Demand sensitivity coefficient to the developer's quality level.	λ
Demand sensitivity coefficient to platform effort.	μ
Fixed cost of setting up a blockchain.	F
Quality level cost factor, $\eta > 0$.	η
Platform effort cost factor, $\varepsilon > 0$.	ε
The increase in players' price tolerance after the developer uses blockchain, $0 < \gamma < 1$.	γ
The likelihood that potential market demand is high, $0 < \rho < 1$.	ρ
Functions	
Cost function for the developer in the absence of a blockchain.	c_1
Cost function for the developer in the case of blockchain existence in the case of demand s .	c_{1s}
Cost function for the platform in demand mode s .	c_{2s}
The profit function for player i in blockchain state v and in demand state s .	Π_{is}^v
The developer's demand function in state s is the market demand and the blockchain state v .	D_s^v
Decision variables	
The agency price in the demand state s .	P_s
The developer's game quality level in demand mode s .	K_s
Revenue sharing rate (commission), in demand mode s , $0 < \theta_s < 1$.	θ_s

در این زنجیره تامین توسعه‌دهنده در مورد قیمت بازی و سطح کیفیت آن تصمیم‌گیری می‌کند. سپس پلتفرم نرخ تقسیم درآمد (کمسیون) و میزان تلاش پلتفرم را تعیین می‌نماید. مشابه مطالعات مشابه، فرض می‌شود که در زنجیره تامین بازی ویدئویی، همه پارامترها به جز متغیرهای تصمیم و اطلاعات تقاضای بازار، دانسته عمومی بازیکنان است [۶]. همچنین با توجه به اینکه تقاضا برای محصولات مشابه متفاوت است، در این پژوهش دو حالت تقاضای زیاد و کم برای بازار در نظر گرفته می‌شود [۶]. نمادهای استفاده شده در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نمادهای به کار رفته در مدل ریاضی.

Table 1. Symbols used in the mathematical model.

Indices	
$i = 1$ Develop, $i = 2$ Platform.	i
The market demand situation, $s = H$ means high demand and $s = L$ low market demand.	s
It indicates the status of blockchain technology, $v = B$ indicates the existence of blockchain and $v = NB$ indicates the absence of blockchain by the developer.	v
Parameters	
Potential market demand in demand mode s .	α_s
Price sensitivity coefficient of demand for players.	β

Platform effort in demand mode s .	E_s
--------------------------------------	-------

۱.۳. عدم وجود بلاکچین

۱.۱.۳. تابع تقاضا و توابع هزینه

تابع تقاضا به صورت خطی و شامل سطح کیفیت و تلاش پلتفرم که به صورت زیر فرمول بندی شده است [۶]:

$$D_s^{NB} = \alpha_s - \beta P + \lambda K + \mu E_s \quad (1)$$

for $s = H, L$

تابع هزینه مربوط به توسعه‌دهنده، شامل سطح کیفیت بازی است که توسعه‌دهنده آن را تعیین می‌کند و η ضریبی است که نشان‌دهنده‌ی میزان حساسیت هزینه‌ها به سطح کیفیت است [۶]:

$$c_1 = \eta K^2 \quad (2)$$

این رابطه نشان دهنده‌ی آن است که بهبود کیفیت بازی به صورت سهمی هزینه‌های توسعه‌دهنده را افزایش می‌دهد. هر چه توسعه‌دهنده بخواهد کیفیت بازی را بیشتر افزایش دهد، باید هزینه‌های بیشتری را پرداخت کند.

تابع هزینه مربوط به پلتفرم، شامل میزان تلاش و منابعی است که پلتفرم برای بازاریابی و تبلیغات بازی‌ها صرف می‌کند و ε که ضریب نشان‌دهنده‌ی میزان حساسیت هزینه‌ها به تلاش پلتفرم است [۶]:

$$c_{2s} = \varepsilon E_s^2 \quad \text{for } s = H, L \quad (3)$$

برای افزایش فروش بازی‌ها، پلتفرم باید هزینه‌هایی را در زمینه تبلیغات و بازاریابی متقبل شود. این هزینه‌ها شامل تولید محتوای تبلیغاتی، خرید فضای تبلیغاتی و سایر اقدامات ترویجی است. با افزایش تلاش‌های بازاریابی پلتفرم، هزینه‌ها به صورت سهمی رشد می‌کنند. بنابراین، پلتفرم باید تعادلی میان سطح تلاش و هزینه‌های خود ایجاد کند تا به سود حداکثری دست یابد.

۲.۱.۳. تابع سود انتظاری توسعه‌دهنده

تابع سود انتظاری توسعه‌دهنده، $(1 - \theta_s)$ درصد امید ریاضی درآمد حاصل از فروش بازی‌ها منهای هزینه‌های بهبود سطح کیفیت است:

$$\Pi_{1s}^{NB} = (1 - \theta_s) P \left(\frac{\rho(\alpha_H - \beta P + \lambda K + \mu E_s) + (1 - \rho)(\alpha_L - \beta P + \lambda K + \mu E_s)}{(1 - \rho)(\alpha_L - \beta P + \lambda K + \mu E_s)} \right) - c_1 \quad (4)$$

چون توسعه‌دهنده وضعیت تقاضای دقیق بازار را نمی‌داند از بازی اطلاعات ناقص استفاده می‌کند. به همین دلیل از امید ریاضی برای تخمین زدن وضعیت تقاضای بازار استفاده می‌کند تا سود خود را بیشینه کند.

۳.۱.۳. تابع سود پلتفرم

تابع سود پلتفرم، θ_s درصد درآمد حاصل از فروش هر نسخه‌ی بازی منهای هزینه‌های تلاش پلتفرم است:

$$\Pi_{2s}^{NB} = \theta_s P D_s^{NB} - c_{2s} \quad \text{for } s = H, L \quad (5)$$

۲.۳. وجود بلاکچین

۱.۲.۳. تابع تقاضا و توابع هزینه

تابع تقاضای مربوط به بازار به صورت خطی و شامل سطح کیفیت و تلاش پلتفرم است، همچنین پارامتر γ که ضریب افزایش تحمل قیمت توسط بازیکنان بعد از استفاده از بلاکچین است به تابع تقاضا اضافه گردیده و به صورت زیر فرمول بندی می‌شود [۶]:

$$D_s^B = \alpha_s - (1 - \gamma)\beta P_s + \lambda K_s + \mu E_s \quad (6)$$

for $s = H, L$

تابع هزینه مربوط به توسعه‌دهنده [۶]:

$$c_{1s} = \eta K_s^2 \quad \text{for } s = H, L \quad (7)$$

تابع هزینه مربوط به پلتفرم [۶]:

$$c_{2s} = \varepsilon E_s^2 \quad \text{for } s = H, L \quad (8)$$

توابع هزینه با اضافه شدن بلاکچین به زنجیره تامین تغییری نمی‌کنند.

۲.۲.۳. تابع سود توسعه‌دهنده

تابع سود توسعه‌دهنده، $(1-\theta_s)$ درصد درآمد حاصل از فروش بازی‌ها منهای هزینه‌های بهبود سطح کیفیت و استفاده از بلاکچین است:

$$\Pi_{1s}^B = (1-\theta_s)P_s D_s^B - c_{1s} - F \quad (9)$$

for $s = H, L$

۳.۲.۳. تابع سود پلتفرم

تابع سود پلتفرم، θ_s درصد درآمد حاصل از فروش هر نسخه‌ی بازی منهای هزینه‌های تلاش پلتفرم است:

$$\Pi_{2s}^B = \theta_s P_s D_s^B - c_{2s} \quad \text{for } s = H, L \quad (10)$$

۴. روش حل مسئله

به دلیل برخورداری پلتفرم از قدرت بیشتر در زنجیره تأمین، پلتفرم به عنوان رهبر و توسعه‌دهنده به عنوان پیرو در نظر گرفته می‌شود. برای حل مسئله رهبر-پیرو از روش استنتاج بازگشتی (Backward Induction) استفاده می‌کنیم. ابتدا بهترین پاسخ توسعه‌دهنده را در شرایط مختلف تقاضا، از نظر سطح کیفیت و قیمت‌گذاری بازی، محاسبه می‌کنیم. سپس با در نظر گرفتن این پاسخ‌ها، مقدار کمیسیون و سطح تلاش تعادلی پلتفرم را تعیین می‌نماییم.

۱.۴. عدم وجود بلاکچین

۱.۱.۴. تقاضا در حالت زیاد ($s=H$)

با توجه به این‌که پلتفرم، مقدار بهینه کمیسیون و تلاش پلتفرم را در تقاضای زیاد مشخص می‌کند و توسعه‌دهنده با توجه به این دو متغیر قیمت و سطح کیفیت بهینه را می‌یابد. اما باید به این نکته توجه داشت که توسعه‌دهنده در عدم تقارن اطلاعات قرار دارد و نمی‌داند که تقاضا در حالت زیاد یا کم است پس از امید ریاضی برای برآورد مقدار تقاضا استفاده

می‌کند. با توجه به این نکته تابع سود توسعه‌دهنده به صورت زیر است:

$$\Pi_{1H}^{NB} = (1-\theta_H)P \left(\frac{\rho(\alpha_H - \beta P + \lambda K + \mu E_H) + (1-\rho)(\alpha_L - \beta P + \lambda K + \mu E_H)}{(1-\rho)(\alpha_L - \beta P + \lambda K + \mu E_H)} \right) - \eta K^2 \quad (11)$$

لم ۱. با فرض $0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta\eta}{1-\theta_H}}$ ، تابع بهترین پاسخ برای P و K به صورت زیر است:

$$P = \frac{2\eta(\mu E_H + \rho\alpha_H + (1-\rho)\alpha_L)}{4\beta\eta - \lambda^2(1-\theta_H)} \quad (12)$$

$$K = \frac{\lambda(\mu E_H + \rho\alpha_H + (1-\rho)\alpha_L)(1-\theta_H)}{4\beta\eta - \lambda^2(1-\theta_H)} \quad (13)$$

اثبات ۱. تابع Π_{1H}^{NB} مقعر است اگر در ماتریس هشین زیر درایه (۱ و ۱) مقداری منفی باشد و دترمینان ماتریس هشین مثبت باشد، پس:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_{1H}^{NB}}{\partial K^2} & \frac{\partial^2 \Pi_{1H}^{NB}}{\partial K \partial P} \\ \frac{\partial^2 \Pi_{1H}^{NB}}{\partial P \partial K} & \frac{\partial^2 \Pi_{1H}^{NB}}{\partial P^2} \end{pmatrix}$$

درایه اول ماتریس هشین منفی است:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{1H}^{NB}}{\partial K^2} = -2\eta < 0$$

همچنین دترمینان مثبت است اگر:

$$|H| > (2\beta(-1+\theta_H)) \times (-2\eta) - (\lambda - \lambda\theta_H)^2 > 0$$

$$\Leftrightarrow 0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta\eta}{1-\theta_H}}$$

با توجه به منفی بودن Π_{1H}^{NB} درایه (۱ و ۱) و مثبت بودن مقدار دترمینان ماتریس تابع مقعر است. در این مرحله با برابر صفر قرار دادن $\frac{\partial \Pi_{1H}^{NB}}{\partial K}$ و $\frac{\partial \Pi_{1H}^{NB}}{\partial P}$ تابع بهترین پاسخ‌ها برای قیمت و سطح کیفیت بدست خواهد آمد.

$$Y = \left[\eta \mu^2 \left(\begin{array}{c} (4\beta\eta - \lambda^2) \left(\begin{array}{c} 4\beta\eta\mu E_H + \\ (4\beta\eta + \lambda^2(-1+\rho))\alpha_H \end{array} \right) + \\ -\lambda^2(-1+\rho)\alpha_L \end{array} \right) + \right. \\ \left. \lambda^2(-4\beta\eta + \lambda^2)(-1+\rho)(\alpha_H - \alpha_L)\theta_H \right) \right] / \\ (2(\mu E_H + \rho\alpha_H - (-1+\rho)\alpha_L)(4\beta\eta\lambda - \lambda^3 + \lambda^3\theta_H)^2 \\ \left(\begin{array}{c} (4\beta\eta - \lambda^2) \left(\begin{array}{c} 4\beta\eta\mu E_H + (4\beta\eta + \lambda^2(-1+\rho))\alpha_H \end{array} \right) + \\ -\lambda^2(-1+\rho)\alpha_L \end{array} \right) + \\ \lambda^2 \left(\begin{array}{c} -2\beta\eta\mu E_H + (2\beta\eta(2-3\rho) + \lambda^2(-1+\rho))\alpha_H + \\ (6\beta\eta - \lambda^2)(-1+\rho)\alpha_L \end{array} \right) \theta_H \right)$$

تقسیم درآمد و تلاش پلتفرم بهینه به صورت زیر است:

$$E_H^* = \frac{\eta\mu((2\beta\eta(-2+\rho) - \lambda^2(-1+\rho))\alpha_H - (2\beta\eta - \lambda^2)(-1+\rho)\alpha_L)}{2(\varepsilon\lambda^4 + \beta\eta(-4\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2))} \quad (15)$$

$$\theta_H^* = \varepsilon(-4\beta\eta + \lambda^2) \left(\begin{array}{c} (2\beta\eta(-2+\rho) - \lambda^2(-1+\rho))\alpha_H \\ -(2\beta\eta - \lambda^2)(-1+\rho)\alpha_L \end{array} \right) / \\ (-\varepsilon\lambda^4(-1+\rho) + 2\beta\eta(-\eta\mu^2(-1+\rho) + \varepsilon\lambda^2(-2+3\rho))\alpha_H \\ + (\varepsilon\lambda^4 + 2\beta\eta(-3\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2))(-1+\rho)\alpha_L) \quad (16)$$

اثبات ۲. تابع Π_{2H}^{NB} مقعر است اگر در ماتریس هشین زیر درایه (۱ و ۱) مقداری منفی باشد و دترمینان ماتریس هشین مثبت باشد، پس:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_{2H}^{NB}}{\partial E_H^2} & \frac{\partial^2 \Pi_{2H}^{NB}}{\partial E_H \partial \theta_H} \\ \frac{\partial^2 \Pi_{2H}^{NB}}{\partial \theta_H \partial E_H} & \frac{\partial^2 \Pi_{2H}^{NB}}{\partial \theta_H^2} \end{pmatrix} \\ \frac{\partial \Pi_{2H}^{NB}}{\partial E_H^2} = -\frac{2(\varepsilon(-4\beta\eta + \lambda^2)^2 + \theta_H(-2\varepsilon\lambda^4 - 4\beta\eta(-2\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2) + \varepsilon\lambda^4\theta_H))}{(4\beta\eta - \lambda^2 + \lambda^2\theta_H)^2} < 0$$

$$|H| > 0$$

با رعایت دو شرطی که در لم ۲ بیان شده است این تابع مقعر است. در این مرحله با برابر صفر قرار دادن $\frac{\partial \Pi_{2H}^{NB}}{\partial E_H}$ و

$$\frac{\partial \Pi_{1H}^{NB}}{\partial P} = 0, \frac{\partial \Pi_{1H}^{NB}}{\partial K} = 0$$

توابع بهترین پاسخ P و K از حل همزمان دو معادله فوق به دست می‌آیند. ■

در این پژوهش، پارامتر λ بیانگر حساسیت تقاضای بازیکنان نسبت به کیفیت بازی است. اگرچه در مدل ریاضی می‌توان λ را به صورت نظری از صفر تا مثبت بی‌نهایت در نظر گرفت، اما در عمل این موضوع با واقعیت بازارهای مصرف همخوانی ندارد. زیرا رفتار انسانی دارای خاصیت اشباع است؛ یعنی پس از یک سطح مشخص، افزایش کیفیت تأثیر معناداری بر افزایش تقاضا ندارد. همچنین توان پرداخت و پذیرش قیمتی بازیکنان محدود است و افزایش بی‌رویه کیفیت باعث افزایش هزینه‌ها شده، بدون آنکه فروش متناسب رشد کند. به علاوه، داده‌های تجربی نشان می‌دهند که λ در عمل در یک بازه محدود (مثلاً ۰.۵ تا ۲) قرار دارد. از این رو، وجود شرط‌هایی مانند $0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta\eta}{1-\theta_H}}$ در لم‌ها نه تنها برای تضمین ریاضی مقعر بودن تابع سود ضروری است، بلکه از نظر اقتصادی نیز مانع از نتایج غیرواقع بینانه و ناپایدار در مدل می‌شود. بنابراین، این محدودیت هم از منظر تئوریک و هم از دیدگاه تجربی، کاملاً توجیه پذیر است.

در ادامه تابع سود پلتفرم (رهبر) با توجه به بهترین پاسخ‌های توسعه‌دهنده (پیرو) به هنگام می‌گردد.

$$\Pi_{2H}^{NB} = \theta_H P(\alpha_H - \beta P + \lambda K + \mu E_H) - \varepsilon E_H^2 \quad (14)$$

لم ۲. با فرض شرط زیر:

$$\varepsilon > \text{Max}\{X, Y\}$$

$$X = \frac{4\beta\eta^2\mu^2\theta_H}{(4\beta\eta - \lambda^2 + \lambda^2\theta_H)^2}$$

پلتفرم بدست خواهد آمد. تابع بهترین پاسخ‌ها برای نرخ تقسیم درآمد و تلاش

$$\frac{\partial \Pi_{2H}^{NB}}{\partial \theta_H}$$

$$\frac{\partial \Pi_{2H}^{NB}}{\partial E_H} = 0, \frac{\partial \Pi_{2H}^{NB}}{\partial \theta_H} = 0$$

مقادیر E_H و θ_H از حل همزمان دو معادله فوق به دست می‌آیند. ■

هزینه تلاش پلتفرم، باید از صفر بزرگتر باشد ($\varepsilon > 0$)؛ این یک شرط برای اطمینان از اقتصادی بودن تلاش است. شرط موجود در لم ۲، تضمین می‌کند که تلاش پلتفرم آنقدر ارزان نباشند که منجر به تصمیمات غیرواقعی در مدل شود. بنابراین، ε باید از یک مقدار مشخصی بزرگتر باشد، اما هیچ محدودیتی برای حداکثر مقدار آن تعیین نمی‌شود. یک ε بسیار بزرگ صرفاً به این معناست که هزینه تلاش پلتفرم (مانند بازاریابی) برای پلتفرم فوق‌العاده گران است.

در نهایت، با جای گذاری مقدار بهینه نرخ تقسیم درآمد و تلاش پلتفرم در بهترین پاسخ قیمت و سطح کیفیت، مقدار بهینه این توابع بدست خواهد آمد.

$$P^* = \left(\frac{-\varepsilon \lambda^4 (-1 + \rho) + 2\beta \eta (-\eta \mu^2 (-1 + \rho) + \varepsilon \lambda^2 (-2 + 3\rho))}{\varepsilon \lambda^4 + 2\beta \eta (-3\varepsilon \lambda^2 + \eta \mu^2)} \right) \alpha_H + \frac{2\beta (-\varepsilon \lambda^4 + \beta \eta (4\varepsilon \lambda^2 - \eta \mu^2))}{\varepsilon \lambda^4 + 2\beta \eta (-3\varepsilon \lambda^2 + \eta \mu^2)} (-1 + \rho) \alpha_L \quad (17)$$

$$K^* = \frac{\lambda ((-2\varepsilon \lambda^2 - 4\beta \eta (-2 + \rho) + \eta \mu^2 (-1 + \rho)) \alpha_H + \eta (4\beta \varepsilon - \mu^2) (-1 + \rho) \alpha_L)}{2(\varepsilon \lambda^4 + \beta \eta (-4\varepsilon \lambda^2 + \eta \mu^2))} \quad (18)$$

۲.۱.۴. تقاضا در حالت کم ($s=L$)

با توجه به توضیحات در بخش قبل، تابع سود توسعه‌دهنده به صورت زیر است:

$$\Pi_{1L}^{NB} = (1 - \theta_H) P \left(\frac{\rho(\alpha_H - \beta P + \lambda K + \mu E_L) + (1 - \rho)(\alpha_H - \beta P + \lambda K + \mu E_L)}{(1 - \rho)(\alpha_H - \beta P + \lambda K + \mu E_L)} \right) - \eta K^2 \quad (19)$$

لم ۳. با فرض $0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta \eta}{1 - \theta_L}}$ ، تابع بهترین پاسخ برای P و K به صورت زیر است:

$$P = \frac{2\eta(\mu E_L + \rho \alpha_H + (1 - \rho)\alpha_L)}{4\beta \eta - \lambda^2(1 - \theta_L)} \quad (20)$$

$$K = \frac{\lambda(\mu E_L + \rho \alpha_H + (1 - \rho)\alpha_L)(1 - \theta_L)}{4\beta \eta - \lambda^2(1 - \theta_L)} \quad (21)$$

اثبات ۳. تابع Π_{1L}^{NB} مقعر است اگر در ماتریس هشین زیر درایه (۱ و ۱) مقداری منفی باشد و دترمینان ماتریس هشین مثبت باشد، پس:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_{1L}^{NB}}{\partial K^2} & \frac{\partial^2 \Pi_{1L}^{NB}}{\partial K \partial P} \\ \frac{\partial^2 \Pi_{1L}^{NB}}{\partial P \partial K} & \frac{\partial^2 \Pi_{1L}^{NB}}{\partial P^2} \end{pmatrix}$$

درایه اول ماتریس هشین منفی است:

$$\frac{\partial^2 \Pi_{1L}^{NB}}{\partial K^2} = -2\eta < 0$$

همچنین دترمینان مثبت است اگر:

$$|H| > ((2\beta(-1 + \theta_L)) \times (-2\eta)) - (\lambda - \lambda \theta_L)^2 > 0$$

$$\Leftrightarrow 0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta \eta}{1 - \theta_L}}$$

با توجه به منفی بودن درایه (۱ و ۱) و مثبت بودن مقدار دترمینان ماتریس تابع Π_{1L}^{NB} مقعر است. در این مرحله با برابر صفر قرار دادن $\frac{\partial \Pi_{1L}^{NB}}{\partial K}$ و $\frac{\partial \Pi_{1L}^{NB}}{\partial P}$ تابع بهترین پاسخ‌ها برای قیمت و سطح کیفیت بدست خواهد آمد.

$$\frac{\partial \Pi_{1L}^{NB}}{\partial P} = 0, \frac{\partial \Pi_{1L}^{NB}}{\partial K} = 0$$

$$|H| > 0$$

با رعایت دو شرطی که در لم ۴ بیان شده است این تابع مقعر است. در این مرحله با برابر صفر قرار دادن $\frac{\partial \Pi_{2L}^{NB}}{\partial \theta_L}$ و $\frac{\partial \Pi_{2L}^{NB}}{\partial E_L}$ تابع بهترین پاسخ‌ها برای نرخ تقسیم درآمد و تلاش پلتفرم بدست خواهد آمد.

$$\frac{\partial \Pi_{2L}^{NB}}{\partial E_L} = 0, \frac{\partial \Pi_{2L}^{NB}}{\partial \theta_L} = 0$$

مقادیر E_L و θ_L را از حل همزمان دو معادله فوق به دست می‌آیند. ■

با جای گذاری مقدار بهینه نرخ تقسیم درآمد و تلاش پلتفرم در بهترین پاسخ قیمت و سطح کیفیت، مقدار بهینه این توابع بدست خواهد آمد.

$$P^* = \frac{-((\varepsilon\lambda^4 + 2\beta\eta(-3\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2))\rho\alpha_H) + (\varepsilon\lambda^4\rho + 2\beta\eta(\varepsilon\lambda^2(1-3\rho) + \eta\mu^2\rho))\alpha_L}{2\beta(-\varepsilon\lambda^4 + \beta\eta(4\varepsilon\lambda^2 - \eta\mu^2))} \quad (25)$$

$$K^* = \frac{\lambda(-\eta(4\beta\varepsilon - \mu^2)\rho\alpha_H + (2\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2\rho - 4\beta\eta(1+\rho))\alpha_L)}{2(\varepsilon\lambda^4 + \beta\eta(-4\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2))} \quad (26)$$

تحلیل پارامتر احتمال وقوع تقاضای بالا به دلیل ناآگاهی توسعه‌دهنده از وضعیت واقعی بازار، از اهمیت زیادی برخوردار است. این پارامتر شاخص اصلی تصمیم‌گیری در شرایط عدم تقارن اطلاعات است و تغییرات آن مستقیماً بر قیمت‌گذاری، کیفیت بازی و رفتار پلتفرم تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل در ادامه رابطه متغیرهای مختلف با این پارامتر بررسی می‌شود.

نتیجه ۱. با در نظر گرفتن مفروضات لم ۱ تا ۴، اگر از مقادیر بهینه قیمت، سطح کیفیت، نرخ تقسیم درآمد، تلاش پلتفرم و توابع سود نسبت به ρ مشتق بگیریم به نتایج زیر خواهیم رسید:

توابع بهترین پاسخ P و K از حل همزمان دو معادله فوق به دست می‌آیند. ■

در ادامه تابع سود پلتفرم (رهبر) با توجه به بهترین پاسخ‌های توسعه‌دهنده (پیرو) به هنگام می‌گردد.

$$\Pi_{2L}^{NB} = \theta_L P(\alpha_L - \beta P + \lambda K + \mu E_L) - \varepsilon E_L^2 \quad (22)$$

لم ۴. با فرض شرط زیر:

$$\varepsilon > \text{Max}\{A, B\}$$

$$A = \frac{4\beta\eta^2\mu^2\theta_L}{(4\beta\eta - \lambda^2 + \lambda^2\theta_L)^2}$$

$$B = \eta(-4\beta\eta + \lambda^2)^2\mu^2 \left(\lambda^2\rho(\alpha_H - \alpha_L)(-1 + \theta_L) \right)^2 / \\ 2(\mu E_L + \rho\alpha_H - (-1 + \rho)\alpha_L)(4\beta\eta\lambda - \lambda^3 + \lambda^3\theta_L)^2 \\ ((4\beta\eta - \lambda^2)(4\beta\eta\mu E_L + \lambda^2\rho(\alpha_H - \alpha_L) + 4\beta\eta\alpha_L) \\ + \lambda^2(-2\beta\eta\mu E_L + (-6\beta\eta + \lambda^2)\rho\alpha_H) \\ + (-2\beta\eta + 6\beta\eta\rho - \lambda^2\rho)\alpha_L)\theta_L)$$

نرخ تقسیم درآمد و تلاش پلتفرم بهینه به صورت زیر است:

$$E_L = \frac{\eta\mu((2\beta\eta - \lambda^2)\rho\alpha_H + (\lambda^2\rho - 2\beta\eta(1+\rho))\alpha_L)}{2(\varepsilon\lambda^4 + \beta\eta(-4\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2))} \quad (23)$$

$$\theta_L = \frac{\varepsilon(4\beta\eta - \lambda^2)((2\beta\eta - \lambda^2)\rho\alpha_H + (\lambda^2\rho - 2\beta\eta(1+\rho))\alpha_L)}{((\varepsilon\lambda^4 + 2\beta\eta(-3\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2))\rho\alpha_H) - (\varepsilon\lambda^4\rho + 2\beta\eta(\varepsilon\lambda^2(1-3\rho) + \eta\mu^2\rho))\alpha_L} \quad (24)$$

اثبات ۴. تابع Π_{2L}^{NB} مقعر است اگر در ماتریس هشین زیر درایه (۱ و ۱) مقداری منفی باشد و دترمینان ماتریس هشین مثبت باشد، پس:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_{2L}^{NB}}{\partial E_L^2} & \frac{\partial^2 \Pi_{2L}^{NB}}{\partial E_L \partial \theta_L} \\ \frac{\partial^2 \Pi_{2L}^{NB}}{\partial \theta_L \partial E_L} & \frac{\partial^2 \Pi_{2L}^{NB}}{\partial \theta_L^2} \end{pmatrix}$$

$$\frac{\partial \Pi_{2L}^{NB}}{\partial E_L^2} = -\frac{2(\varepsilon(-4\beta\eta + \lambda^2)^2 + \theta_H(-2\varepsilon\lambda^4 - 4\beta\eta(-2\varepsilon\lambda^2 + \eta\mu^2) + \varepsilon\lambda^4\theta_H))}{(4\beta\eta - \lambda^2 + \lambda^2\theta_H)^2} < 0$$

$$P_s = \frac{2\eta(\alpha_s + E_s\mu)}{4\beta(1-\gamma)\eta + (1-\theta_s)\lambda^2} \quad (27)$$

$$K_s = \frac{(1-\theta_s)\lambda(\alpha_s + E_s\mu)}{4\beta(1-\gamma)\eta - (1-\theta_s)\lambda^2} \quad (28)$$

اثبات ۵. برای اثبات مقعر بودن تابع Π_{1s}^B ، در ماتریس هشین زیر باید درایه (۱ و ۱) مقداری منفی و دترمینان ماتریس مثبت باشد، پس:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_{1s}^B}{\partial P_s^2} & \frac{\partial^2 \Pi_{1s}^B}{\partial P_s \partial K_s} \\ \frac{\partial^2 \Pi_{1s}^B}{\partial K_s \partial P_s} & \frac{\partial^2 \Pi_{1s}^B}{\partial K_s^2} \end{pmatrix}$$

درایه اول منفی است:

$$-2\beta(-1+\gamma)(-1+\theta_s) < 0$$

دترمینان مثبت است اگر:

$$|H| > 0 \Leftrightarrow -2\beta(-1+\gamma)(-1+\theta_s)^* - 2\eta - (\lambda(1-\theta_s))^2 > 0$$

$$\Leftrightarrow 0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta\eta(1-\gamma)}{1-\theta_s}}$$

با توجه به منفی بودن درایه (۱ و ۱) و مثبت بودن دترمینان ماتریس تابع Π_{1s}^B نسبت به K_s و P_s مقعر است. حال با برابر صفر قرار دادن $\frac{\partial \Pi_{1s}^B}{\partial K_s}$ و $\frac{\partial \Pi_{1s}^B}{\partial P_s}$ مقادیر بهترین پاسخها برای قیمت و سطح کیفیت به دست می‌آید. ■

در مرحله‌ی بعد تابع سود پلتفرم با توجه به بهترین پاسخهای توسعه‌دهنده، به هنگام می‌گردد.

$$\Pi_{2s}^B = \theta_s^* \left(\frac{2\eta(\alpha_s + E_s\mu)}{4\beta(1-\gamma)\eta + (1-\theta_s)\lambda^2} \right)^* - \left(\varepsilon^*(E_s)^2 \right)$$

$$\left(\alpha - (1-\gamma)^* \beta^* \left(\frac{2\eta(\alpha_s + E_s\mu)}{4\beta(1-\gamma)\eta + (1-\theta_s)\lambda^2} \right)^* + \lambda^* \left(\frac{(1-\theta_s)\lambda(\alpha_s + E_s\mu)}{4\beta(1-\gamma)\eta - (1-\theta_s)\lambda^2} \right)^* + \mu^* E_s \right)$$

$$\frac{\partial \Pi_{2s}^{NB*}}{\partial \rho} > 0, \frac{\partial \Pi_{1s}^{NB*}}{\partial \rho} > 0$$

$$\frac{\partial P^*}{\partial \rho} > 0, \frac{\partial K^*}{\partial \rho} > 0, \frac{\partial E_s^*}{\partial \rho} > 0, \frac{\partial \theta_s^*}{\partial \rho} < 0$$

در تقاضای زیاد بازار، توسعه‌دهنده با افزایش مقدار ρ ، احتمال می‌دهد با بازار بزرگی روبرو است و به افزایش کیفیت و قیمت می‌پردازد تا بتواند از سود بیشتری برخوردار شود. پلتفرم که از وضعیت بازار آگاه است تلاش پلتفرم را افزایش می‌دهد و نرخ تقسیم درآمد خود را کاهش می‌دهد تا توسعه‌دهنده را تشویق کند قیمت و کیفیت را بیشتر افزایش دهد که مجموع این اقدامات منجر به افزایش سود هر دو طرف می‌شود.

در تقاضای کم، با افزایش مقدار ρ توسعه‌دهنده به اشتباه گمراه می‌شود و فکر می‌کند با بازار بزرگی روبرو است و شروع به افزایش قیمت و کیفیت می‌کند، اما باید توجه داشت چون بازار کوچک‌تر شده است این افزایش‌ها هیجانی نباشد و کاملاً اصولی انجام گیرد و گرنه هم توسعه‌دهنده و هم پلتفرم ضرر بزرگی می‌کنند. پلتفرم هم که از وضعیت درست آگاهی دراد با افزایش تلاش خود سعی در جبران اشتباهات نادرست توسعه‌دهنده با تبلیغات و بازاریابی دارد. همچنین با کاهش نرخ تقسیم درآمد سعی دارد از زیان بیش از حد توسعه‌دهنده جلوگیری کند. در این حالت هم سودها افزایش می‌یابد اما به احتمال خیلی زیاد با افزایش قیمت، فروش از دست رفته زیادی وجود خواهد داشت و همچنین توسعه‌دهنده هزینه‌های بیش از حدی برای افزایش کیفیت پرداخت کرده است.

۲.۴. وجود بلاکچین

لم ۵. با فرض $0 < \lambda < 2\sqrt{\frac{\beta\eta(1-\gamma)}{1-\theta_s}}$ ، بهترین پاسخ

برای P_s و K_s به صورت زیر است:

لم ۶. با فرض شرایط زیر:

$$\left. \begin{aligned} & \varepsilon(8\beta(-1+\gamma)\eta+(2+\theta_s)\lambda^2) \\ & 16\beta(-1+\gamma)\eta^2(\alpha_s+E_s\mu)^2 \left(\begin{aligned} & (-4\beta(-1+\gamma)\eta\lambda+(-1+\theta_s)\lambda^3)^2 \\ & -4\beta(-1+\gamma)\eta^2(4\beta(-1+\gamma)\eta+\lambda^2)^2\mu^2 \end{aligned} \right) > 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\Leftrightarrow 0 < \mu < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon(8\beta(-1+\gamma)\eta+(2+\theta_s)\lambda^2)(-4\beta(-1+\gamma)\eta\lambda+(-1+\theta_s)\lambda^3)^2}{\beta(-1+\gamma)\eta^2(4\beta(-1+\gamma)\eta+\lambda^2)^2}}$$

با توجه به منفی بودن درایه (۱ و ۱) و مثبت بودن دترمینان ماتریس تابع Π_{2s}^B نسبت به E_s و θ_s مقعر است. حال با برابر صفر قرار دادن $\frac{\partial \Pi_{2s}^B}{\partial \theta_s}$ و $\frac{\partial \Pi_{2s}^B}{\partial E_s}$ مقادیر بهینه متغیرها به دست می آیند. ■

مانند پارامتر λ ، پارامتر μ هم نمی تواند خیلی بزرگ باشد چون تلاش پلتفرم که شامل تبلیغات و بازاریابی است تا حدی می تواند در جذب بازیکنان (افزایش تقاضا) تأثیر داشته باشد. در واقع می توان این پارامتر را بزرگتر از صفر ($\mu > 0$) در نظر گرفت اما چنین حالتی با شرایط واقعی بازارهای مصرف سازگار نیست. از این رو، وجود این شرط در لهما نه تنها برای تضمین مقعر بودن تابع سود ضروری است، بلکه از نظر اقتصادی نیز مانع از نتایج غیرواقع بینانه و ناپایدار در مدل می شود.

با توجه به جواب های تعادلی باید در نظر داشت که چون θ_s^* باید همواره بین ۰ و ۱ باشد، رابطه زیر باید بین پارامترها برقرار باشد. در غیر این صورت مقدار θ_s^* برابر صفر یا یک شده و عملاً زنجیره تعطیل می گردد.

$$0 \leq \frac{4\beta(1-\gamma)\eta}{\lambda^2} - 1 \leq 1 \Rightarrow 1 \leq \frac{4\beta(1-\gamma)\eta}{\lambda^2} \leq 2$$

$$\Rightarrow 0.25 \leq \frac{\beta(1-\gamma)\eta}{\lambda^2} \leq 0.5$$

در نهایت با جای گذاری مقادیر تعادلی E_s^* و θ_s^* در داخل مقادیر بهترین پاسخ P_s و K_s مقادیر تعادلی بدست خواهند آمد:

$$0 < \lambda < 2\sqrt{2} \sqrt{\frac{\beta\eta(1-\gamma)}{2+\theta_s}}$$

$$0 < \mu < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon(8\beta(-1+\gamma)\eta+(2+\theta_s)\lambda^2)(-4\beta(-1+\gamma)\eta\lambda+(-1+\theta_s)\lambda^3)^2}{\beta(-1+\gamma)\eta^2(4\beta(-1+\gamma)\eta+\lambda^2)^2}}$$

مقادیر تعادلی E_s و θ_s به صورت زیر است:

$$E_s^* = \frac{\alpha_s\beta(1-\gamma)\eta^2\mu}{\beta(1-\gamma)\eta(4\varepsilon\lambda^2-\eta\mu^2)-\varepsilon\lambda^4} \quad (29)$$

$$\theta_s^* = \frac{4\beta(1-\gamma)\eta}{\lambda^2} - 1 \quad (30)$$

اثبات ۶. برای اثبات مقعر بودن تابع Π_{2s}^B ، ماتریس هشین باید درایه (۱ و ۱) مقداری منفی و دترمینان ماتریس باید مقداری مثبت باشد پس:

$$H = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Pi_{2s}^B}{\partial \theta_s^2} & \frac{\partial^2 \Pi_{2s}^B}{\partial \theta_s \partial E_s} \\ \frac{\partial^2 \Pi_{2s}^B}{\partial E_s \partial \theta_s} & \frac{\partial^2 \Pi_{2s}^B}{\partial E_s^2} \end{pmatrix}$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_{2s}^B}{\partial \theta_s^2} < 0 \Rightarrow$$

$$-\frac{8\beta(-1+\gamma)\eta^2\lambda^2(8\beta(-1+\gamma)\eta+(2+\theta_s)\lambda^2)(\alpha_s+E_s\mu)^2}{(-4\beta(-1+\gamma)\eta+(-1+\theta_s)\lambda^2)^4} < 0$$

$$|H| > 0 \Leftrightarrow 16\beta(-1+\gamma)\eta^2(\alpha_s+E_s\mu)^2$$

$$\left(\begin{aligned} & \varepsilon(8\beta(-1+\gamma)\eta+(2+\theta_s)\lambda^2)(-4\beta(-1+\gamma)\eta\lambda+(-1+\theta_s)\lambda^3)^2 \\ & -4\beta(-1+\gamma)\eta^2(4\beta(-1+\gamma)\eta+\lambda^2)^2\mu^2 \end{aligned} \right) /$$

$$(-4\beta(-1+\gamma)\eta+(-1+\theta_s)\lambda^2)^6$$

مقدار مخرج کسر به دلیل مرتبه زوج بودن آن همواره مثبت است، پس باید صورت کسر تعیین علامت گردد.

همچنین فناوری بلاکچین موجب افزایش سود نهایی توسعه‌دهنده و پلتفرم می‌شود. هرچند افزایش تحمل قیمتی بازیکنان ممکن است به کاهش نرخ کمیسیون پلتفرم منجر شود، اما این موضوع به توسعه‌دهنده امکان می‌دهد قیمت‌های بالاتری برای بازی‌ها تعیین کند. در نتیجه، مجموع این اثرات به افزایش سود مورد انتظار هر دو طرف، یعنی توسعه‌دهنده و پلتفرم، منجر خواهد شد.

۵. نتایج عددی

در این بخش با ارائه یک مثال عددی که داده‌های آن در جدول ۲ ارائه شده است، به بررسی تأثیر فناوری بلاکچین در رفع عدم تقارن اطلاعات در تقاضای زیاد و کم پرداخته می‌شود.

جدول ۲. داده‌های مسأله برای بررسی نتایج عددی

Table 2. Problem data for checking numerical results.

Parameters	value
α_H	35000
α_L	5000
β	50
η	0.12
λ	3.95
μ	2
ε	0.20
F	500000

۱.۵. عدم وجود بلاکچین

با توجه به این موضوع که θ باید ۰ و ۱ باشد، مقدار ρ از ۰.۶۵ تا ۰.۹۵ در نظر گرفته شده است. اگر ρ کمتر از ۰.۶۵ در نظر گرفته شود مقدار نرخ تقسیم درآمد (θ) بیشتر از ۱ خواهد شد و عملاً زنجیره تعطیل می‌گردد، چون توسعه‌دهنده یا به دنبال ساخت بازی نخواهد بود یا از پلتفرم دیگری که برای او ارزش اقتصادی دارد اقدام به انتشار بازی خود می‌کند یا ممکن است اصلاً از انتشار نسخه دیجیتالی منصرف شود و بازی را به صورت فیزیکی منتشر کند.

$$P_s^* = \frac{\alpha_s \varepsilon \eta \lambda^2}{\beta(1-\gamma)\eta(4\varepsilon\lambda^2 - \eta\mu^2) - \varepsilon\lambda^4} \quad (31)$$

$$K_s^* = \frac{\alpha_s \varepsilon \lambda (2\beta(1-\gamma)\eta - \lambda^2)}{\varepsilon\lambda^4 + \beta(-1+\gamma)\eta(4\varepsilon\lambda^2 - \eta\mu^2)} \quad (32)$$

تأثیر کلیدی فناوری بلاکچین در این پژوهش آن است که شفافیت ناشی از این فناوری، اعتماد و در نتیجه آستانه تحمل قیمتی بازیکنان (γ) را افزایش می‌دهد. با محوریت این پارامتر، واکنش‌های استراتژیک توسعه‌دهنده و پلتفرم در تعیین قیمت، کیفیت، تلاش پلتفرم و نرخ کمیسیون تحلیل می‌شود.

نتیجه ۲. با توجه به فرضیه‌های ۵ و ۶، اگر از مقادیر بهینه قیمت، سطح کیفیت، نرخ تقسیم درآمد، تلاش پلتفرم و توابع سود نسبت به γ مشتق بگیریم به نتایج زیر خواهیم رسید:

$$\frac{\partial \Pi_{2s}^{B*}}{\partial \gamma} > 0, \frac{\partial \Pi_{1s}^{B*}}{\partial \gamma} > 0$$

$$\frac{\partial P_s^*}{\partial \gamma} > 0, \frac{\partial K_s^*}{\partial \gamma} > 0, \frac{\partial E_s^*}{\partial \gamma} > 0, \frac{\partial \theta_s^*}{\partial \gamma} < 0$$

نتیجه شماره ۲ نشان می‌دهد که بدون در نظر گرفتن میزان تقاضای بازار، توسعه‌دهنده سطح کیفی و قیمت بازی و پلتفرم تلاش پلتفرم را افزایش دهند. افزایش تحمل قیمت نشان دهنده این است که بازیکنان ارزش افزوده‌ای که بلاکچین به محصول ارائه می‌دهد را درک می‌کنند. اما کاهش نرخ تقسیم درآمد (کمیسیون) به این دلیل است که تحمل قیمت بازیکنان افزایش می‌یابد و این امر باعث افزایش ارزش بازی‌ها و قدرت چانه‌زنی توسعه‌دهنده می‌شود. پلتفرم‌ها نیز برای حفظ رقابت و جذب توسعه‌دهندگان، ممکن است کمیسیون خود را کاهش دهند. این کاهش کمیسیون، انگیزه‌ای برای توسعه‌دهندگان است تا بازی‌های با کیفیت‌تر تولید کنند و در نهایت، سود کل زنجیره تأمین را افزایش دهند.

نتایج مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد که با افزایش احتمال وقوع تقاضای بالا، توسعه‌دهنده با افزایش همزمان قیمت و سطح کیفیت بازی، استراتژی تهاجمی‌تری اتخاذ می‌کند. این اقدام منجر به بهبود جایگاه چانه‌زنی توسعه‌دهنده و در نتیجه کاهش نرخ کمیسیون پلتفرم می‌گردد. در همین راستا، پلتفرم نیز با مشاهده محصولی باکیفیت‌تر، میزان تلاش خود را افزایش می‌دهد. این تعاملات استراتژیک در نهایت موجب می‌گردد سود هر دو عضو زنجیره تأمین، روندی صعودی به خود بگیرد.

تحلیل جدول ۴ بیانگر آن است که با افزایش خوش‌بینی توسعه‌دهنده در بازاری که تقاضای واقعی آن کم است، او به اشتباه قیمت و سطح کیفیت را افزایش می‌دهد این تصمیم که مبتنی بر اطلاعات ناقص است، منجر به بهبود جزئی قدرت چانه‌زنی و کاهش نرخ کمیسیون می‌شود. پلتفرم نیز در واکنش به افزایش کیفیت ظاهری محصول، تلاش خود را افزایش می‌دهد در این سناریو، سود توسعه‌دهنده و پلتفرم هر دو افزایش می‌یابد که این موضوع، نتایج پیچیده و گاه غیرشهودی حاصل از تصمیم‌گیری در شرایط عدم تقارن اطلاعات را برجسته می‌سازد.

جدول ۳. نتایج عددی برای تقاضای زیاد در شرایط عدم وجود بلاکچین

Table 3. Numerical results for high demand in the absence of blockchain.

ρ	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
P^*	301.30	338.53	375.76	412.987	450.217	487.44	524.67
K^*	429.72	978.42	1527.12	2075.81	2624.51	3173.21	3721.9
θ_H^*	0.913	0.824	0.753	0.694	0.645	0.604	0.569
E_H^*	1966.22	1994.02	2021.082	2049.62	2077.42	2105.22	2133.03
Π_{1H}^{NB*}	371185	891372	1.46342×10^6	2.08733×10^6	2.7631×10^6	3.49073×10^6	4.27022×10^6
Π_{2H}^{NB*}	6.26197×10^6	6.44031×10^6	6.62115×10^6	6.80449×10^6	6.99033×10^6	7.17868×10^6	7.36954×10^6

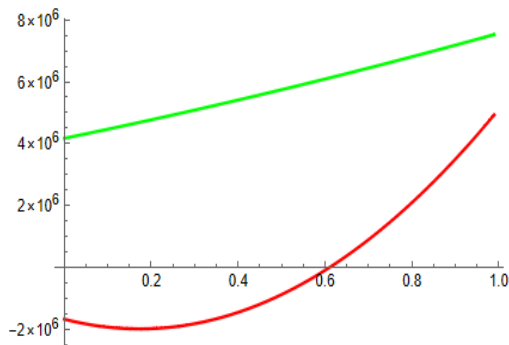
جدول ۴. نتایج عددی برای تقاضای کم در شرایط عدم وجود بلاکچین.

Table 4. Numerical results for low demand in the absence of blockchain.

ρ	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
P^*	564.25	601.48	638.71	675.94	713.17	750.40	787.63
K^*	7743.13	8291.83	8840.52	9389.22	9937.91	10486.6	11035
θ_L^*	0.166	0.162	0.159	0.156	0.153	0.151	0.148
E_L^*	670.11	697.91	725.71	753.51	781.31	809.11	836.91
Π_{1L}^{NB*}	6.07851×10^6	6.9011×10^6	7.77557×10^6	8.70189×10^6	9.68007×10^6	1.07101×10^7	1.1792×10^7
Π_{2L}^{NB*}	727339	788942	853049	919661	988776	1.06039×10^6	1.13452×10^6

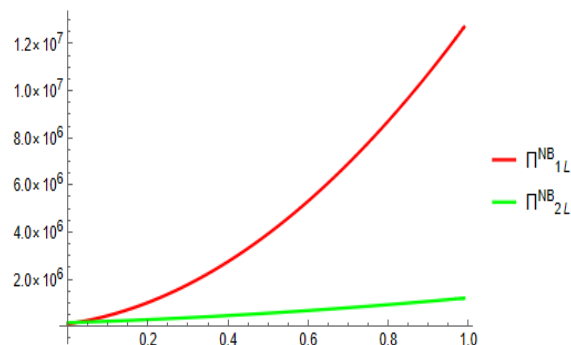
بر اساس مدل استکلبرگ این پژوهش، نرخ کمیسیون پایین در تقاضای کم یک تصمیم استراتژیک از سوی پلتفرم رهبر است. این اقدام برای ایجاد انگیزه مالی در توسعه‌دهنده جهت سرمایه‌گذاری روی کیفیت بازی ضروری می‌باشد، زیرا در غیر

این صورت کل پروژه برای او توجیه ناپذیر خواهد بود. در نهایت، این استراتژی با فعال نگه داشتن زنجیره تأمین، سود خود پلتفرم را در یک بازار با پتانسیل محدود بهینه می‌سازد.



شکل ۴. تأثیر ρ بر سود اعضا با حالت تقاضای زیاد

Figure 4. The effect of ρ on members' profit under the high-demand scenario



شکل ۳. تأثیر ρ بر سود اعضا با حالت تقاضای کم

Figure 3. The effect of ρ on members' profit under the low-demand scenario

۲.۵. وجود بلاکچین

جدول ۵. نتایج عددی برای تقاضای زیاد در شرایط وجود بلاکچین

Table 5. Numerical results for high demand in the presence of blockchain.

γ	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
P_H^*	664.48	812.87	1046.6	1468.96	2462.91	7616.29
K_H^*	5891.32	8235.9	11928.8	18602.2	34306.6	115731
θ_H^*	0.461	0.384	0.307	0.23	0.153	0.076
E_H^*	2427.52	2813.34	3421.02	4519.17	7103.4	20502.1
Π_{1H}^B	6.63312×10^6	9.66498×10^6	1.46633×10^7	2.43874×10^7	5.07846×10^7	2.66721×10^8
Π_{2H}^B	8.49633×10^6	9.84668×10^6	1.19736×10^7	1.58171×10^7	2.48619×10^7	7.17574×10^7

استراتژیک، به رشد چشمگیر سود برای هر دو عضو زنجیره تأمین منجر می‌شود.

تحلیل جدول ۶ نشان می‌دهد که فناوری بلاکچین در یک بازار با تقاضای کم، نقشی حیاتی ایفا می‌کند. با افزایش تأثیر بلاکچین (γ)، توسعه‌دهنده قادر به افزایش قیمت و کیفیت شده و همزمان با کاهش نرخ کمیسیون، جایگاه خود را تقویت می‌کند. نکته کلیدی در این سناریو، تبدیل وضعیت مالی

نتایج جدول ۵ حاکی از آن است که با افزایش اثربخشی بلاکچین (γ)، توسعه‌دهنده به دلیل کاهش حساسیت قیمتی بازار، به شدت قیمت و کیفیت را افزایش می‌دهد. این امر قدرت چانه‌زنی توسعه‌دهنده را به شکل چشمگیری تقویت کرده و منجر به کاهش شدید نرخ کمیسیون پلتفرم می‌شود. پلتفرم نیز در واکنش به این فرصت سودآور، تلاش بازاریابی خود را به میزان قابل توجهی بالا می‌برد. این هم‌افزایی

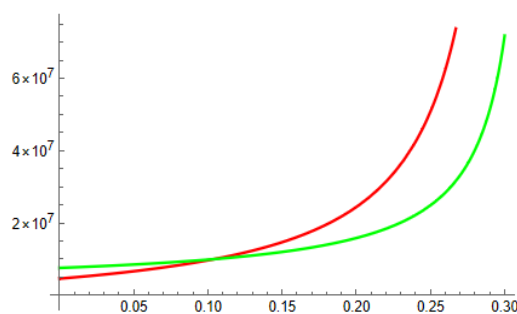
افزایش تلاش پلتفرم و سودآوری آن نیز، مؤید کارایی این فناوری در کل زنجیره است.

توسعه‌دهنده از زیان به سود است که نشان می‌دهد بلاکچین می‌تواند عامل بقا و سودآوری در بازارهای ضعیف باشد.

جدول ۶. نتایج عددی برای تقاضای کم در شرایط وجود بلاکچین

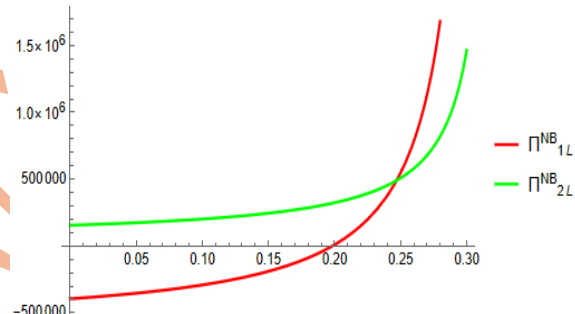
Table 6. Numerical results for low demand in the presence of blockchain.

γ	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
P_L^*	94.92	116.12	149.51	209.85	351.84	1088.04
K_L^*	841.61	1176.56	1704.11	2657.46	4900.94	16532.9
θ_L^*	0.461	0.384	0.307	0.23	0.153	0.076
E_L^*	346.79	401.90	488.71	645.59	1014.77	2928.87
Π_{1L}^B	-354426	-292551	-190546	7906.88	546624	4.95348×10^6
Π_{2L}^B	173395	200953	244358	322798	507385	1.46444×10^6



شکل ۶. تأثیر γ بر سود اعضا با حالت تقاضای زیاد

Figure 6. The effect of γ on members' profit under the high-demand scenario



شکل ۵. تأثیر γ بر سود اعضا با حالت تقاضای کم

Figure 5. The effect of γ on members' profit under the low-demand scenario

رشد محدود افزایش می‌دهد. سود توسعه‌دهنده و سود کل زنجیره نیز با افزایش ρ افزایش می‌یابد.

در مقابل، در حالت با بلاکچین، توسعه‌دهنده به اطلاعات واقعی بازار دسترسی دارد و نیازی به پیش‌بینی نیست؛ بلکه بر اساس ضریب γ ، اقدام به تصمیم‌گیری می‌کند. با افزایش γ ، قیمت و کیفیت بازی به صورت شتاب‌دار افزایش می‌یابد و توسعه‌دهنده سرمایه‌گذاری بیشتری انجام می‌دهد. پلتفرم نیز برای حفظ سهم خود، تلاش تبلیغاتی را بالا می‌برد. سود توسعه‌دهنده و سود کل زنجیره رشد چشمگیری دارند و تفاوت آن با حالت بدون بلاکچین بسیار محسوس است. در واقع، بلاکچین موجب افزایش انگیزه و جسارت توسعه‌دهنده

۳.۲.۵. مقایسه و تحلیل حالت با و بدون بلاکچین

نتایج عددی حاصل از چهار جدول نشان می‌دهند که ورود فناوری بلاکچین به زنجیره تأمین بازی‌های دیجیتال، نقش اساسی در بهبود تصمیمات توسعه‌دهنده و پلتفرم دارد. در حالت بدون بلاکچین، توسعه‌دهنده به دلیل عدم تقارن اطلاعاتی نسبت به وضعیت تقاضای بازار، با عدم اطمینان روبروست و ناچار است بر اساس پیش‌بینی احتمالی (ρ) تصمیم‌گیری کند. با افزایش ρ ، توسعه‌دهنده به تدریج قیمت و کیفیت بازی را افزایش می‌دهد و در واکنش به این رفتار، پلتفرم نیز کمیسیون را کاهش داده و تلاش بازاریابی را با نرخ

برای تولید باکیفیت شده و از سوی دیگر، اعتماد کاربران نهایی و نرخ خرید واقعی بازی‌ها را تقویت می‌کند.

در هر دو سناریو (تقاضای زیاد و کم)، نرخ تقسیم درآمد در حضور بلاکچین کاهش می‌یابد و مشابه حالت بدون بلاکچین است، اما با این تفاوت که در حالت با بلاکچین، این کاهش بر پایه قدرت بیشتر چانه‌زنی توسعه‌دهنده شکل می‌گیرد، نه صرفاً ناشی از احتمال‌سازی. از نظر ریسک‌پذیری نیز بلاکچین به توسعه‌دهنده این امکان را می‌دهد که در شرایط تقاضای پایین از اتخاذ تصمیمات پرهزینه و بی‌نتیجه جلوگیری کند؛ به‌گونه‌ای که در جدول ۶، سودها در سطوح پایین γ اگرچه منفی‌اند، اما این منفی بودن به تدریج با بهبود γ جبران می‌شود، در حالی که در شرایط بدون بلاکچین ممکن بود تصمیمات خوش‌بینانه منجر به ضررهای شدیدتر شود.

در مجموع، بلاکچین نه تنها با کاهش عدم تقارن اطلاعات، باعث تصمیم‌گیری واقع‌بینانه‌تر توسعه‌دهنده می‌شود، بلکه با افزایش شفافیت، رفتار بازاری پلتفرم را نیز هماهنگ‌تر می‌سازد. همچنین، تقارن اطلاعاتی منجر به افزایش رفاه کلی زنجیره، تقسیم عادلانه‌تر سود، و کاهش اتلاف منابع می‌شود. بنابراین، بلاکچین به‌عنوان یک ابزار کلیدی در مدیریت ریسک، بهینه‌سازی کیفیت، و رشد پایدار صنعت بازی‌های دیجیتال شناخته می‌شود.

۶. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

رشد صنعت بازی‌های ویدئویی و حرکت به‌سوی توزیع دیجیتال از طریق پلتفرم‌های آنلاین، زنجیره تأمین این صنعت را با چالش‌های تازه‌ای مواجه کرده است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، عدم تقارن اطلاعات میان توسعه‌دهنده و پلتفرم درباره وضعیت واقعی بازار است. این پژوهش با ترکیب مدل نمایندگی، بازی استکلبرگ و فناوری بلاکچین، تأثیر شفافیت اطلاعاتی را بر تصمیمات اقتصادی طرفین بررسی می‌کند. در مدل

ارائه‌شده، پلتفرم به‌عنوان رهبر، نرخ کمیسیون و تلاش تبلیغاتی را تعیین می‌کند و توسعه‌دهنده به‌عنوان پیرو، قیمت و کیفیت بازی را بهینه می‌سازد.

در حالت بدون بلاکچین، توسعه‌دهنده تصمیم خود را با توجه به احتمال وقوع تقاضای زیاد (ρ) اتخاذ می‌کند و بر مبنای امید ریاضی بازار تصمیم‌گیری می‌نماید. نتایج عددی نشان می‌دهد که افزایش ρ موجب افزایش قیمت، کیفیت و سود توسعه‌دهنده می‌شود. پلتفرم نیز تلاش تبلیغاتی خود را با شیب کم افزایش داده و نرخ کمیسیون را کاهش می‌دهد. در این شرایط، هماهنگی نسبی در زنجیره ایجاد می‌شود، اما همچنان عدم شفافیت می‌تواند در شرایط تقاضای پایین منجر به کاهش کارایی زنجیره شود.

در مقابل، استفاده از فناوری بلاکچین موجب حذف عدم تقارن اطلاعاتی می‌شود و توسعه‌دهنده با علم به وضعیت واقعی تقاضا، تصمیم خود را بر اساس ضریب تحمل قیمتی بازیکنان (γ) بهینه‌سازی می‌کند. در این حالت، افزایش γ منجر به رشد قیمت، کیفیت، تلاش پلتفرم و سود کل زنجیره می‌شود. تحلیل‌ها نشان می‌دهد که توسعه‌دهنده در این وضعیت از قدرت چانه‌زنی بیشتری برخوردار است و نرخ کمیسیون به‌طور ساختاری با γ کاهش می‌یابد. شفافیت بلاکچین به بهینه‌سازی مشترک دو بازیگر و بهبود عملکرد کل زنجیره کمک می‌کند.

اگرچه مدل ارائه‌شده بینش‌های معناداری برای صنعت بازی‌های دیجیتال فراهم می‌کند، اما دارای محدودیت‌هایی است. نخست، ساختار تقاضا به‌صورت دو حالت ساده‌سازی شده و رفتار پویا و متنوع کاربران مدل‌سازی نشده است. دوم، مدل به‌صورت نظری و بدون داده‌های تجربی بنا شده و رفتار واقعی بازار از جمله ریسک‌گریزی یا سوگیری‌های شناختی در نظر گرفته نشده است. همچنین، هزینه‌های فنی و اجرایی بلاکچین در مدل لحاظ نشده‌اند.

پذیرش فناوری‌های نوین مانند بلاکچین در بازارهای فرهنگی و خلاق، می‌تواند مکمل این پژوهش باشد.

۷. منابع

1. Knezovic A, 2025. Gaming industry report: market size and trends. Udonis Blog. Available at: <https://www.blog.udonis.co/mobile-marketing/mobile-games/gaming-industry>.
2. Sauer T, 2024. Digital vs. disk: so war der anteil in diesem jahr auf konsolen und pc. play3.de. Available at: <https://www.play3.de/2024/12/20/digital-vs-disk-so-war-der-anteil-in-diesem-jahr-auf-konsolen-und-pc>.
3. Dong C, Huang Q and Fang D, 2023. Channel selection and pricing strategy with supply chain finance and blockchain. *International Journal of Production Economics*, 265, pp. –. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109006>.
4. Keshavarz, T. and Amuzadeh, M.R., 2025. The impact of marketing capabilities on export performance by considering the role of competitive advantage using the structural equations Method (Case Study: food export companies in tehran province). *Sharif Industrial Engineering and Management Journal*, 41(1), pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.24200/j65.2023.61972.2346>.
5. Rasti-Barzoki, M., 2019. A game theory approach for determining the advertising level of a product along with pricing Two complementary substitute products with a specified price for the main product. *Sharif Industrial Engineering and Management Journal*, 35(2/1), pp. 11-18. DOI: <https://doi.org/10.24200/J65.2018.7236.1770>.
6. Tian L and Hu B, 2023. The impacts of blockchain adoption on pricing and efforts decisions in online game supply chains with information asymmetry. *International Journal of Production Economics*, 266, pp. –. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109030>.
7. Marchand A and Hennig-Thurau T, 2013. Value creation in the video game industry: industry economics, consumer benefits, and research opportunities. *Journal of Interactive Marketing*, 27(3), pp.141–157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2013.05.001>.
8. Tschang FT, 2007. Balancing the tensions between rationalization and creativity in the video games industry. *Organization Science*, 18(6), pp.989–1005. DOI: <https://doi.org/10.1287/orsc.1070.0299>.
9. Fuchs M, 2014. The video game industry: formation, present state, and future. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, 6(1), pp.83–95. DOI:10.1386/jgvw.6.1.83_5.
10. Knezovic, A., 2025. *Mobile Games: The Complete History*. Available at: <https://www.blog.udonis.co/mobile-marketing/mobile-games/mobile-games>.
11. Kelly, S., Klézl, V., Israelidis, J., Malone, N. and Butler, S., 2021. *Digital supply chain management in the videogames industry: A systematic literature review*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40869-020-00118-0>.
12. Zennyo, Y., 2020. *Strategic contracting and hybrid use of agency and wholesale contracts in e-commerce platforms*. *European Journal of Operational Research*, 281(1), pp. 231–239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.08.026>.
13. Avinadav, T., Chernonog, T. and Perlman, Y., 2015. *The effect of risk sensitivity on a supply chain of mobile applications under a consignment contract with revenue sharing and quality investment*. *International Journal of Production Economics*, 168, pp. 31–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.036>.
14. Qu, J., Meng, C. and Hu, B., 2023. *Pricing and quality decisions in virtual product supply chains with information sharing*. *Journal of the Operational Research Society*, 74(7), pp. 1746–1762. DOI: <https://doi.org/10.1080/01605682.2022.2115412>.
15. Tan, Y., Carrillo, J.E. and Cheng, H.K., 2016. *The agency model for digital goods*. *Decision Sciences*, 47(4), pp. 628–660. DOI: <https://doi.org/10.1111/deci.12173>.

16. Tan, Y.R. and Carrillo, J.E., 2017. *Strategic analysis of the agency model for digital goods. Production and Operations Management*, 26(4), pp. 724–741. DOI: <https://doi.org/10.1111/poms.12595>.
17. Johnson, J.P., 2017. *The agency model and MFN clauses. Review of Economic Studies*, 84(3), pp. 1151–1185. DOI: <https://doi.org/10.1093/restud/rdx007>.
18. Johnson JP, 2020. The agency and wholesale models in electronic content markets. *International Journal of Industrial Organization*, 69, p.102581. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2020.102581>.
19. Chen L, Nan G and Li M, 2018. Wholesale pricing or agency pricing on online retail platforms: the effects of customer loyalty. *International Journal of Electronic Commerce*, 22(4), pp.576–608. DOI: <https://doi.org/10.1080/10864415.2018.1485086>.
20. Abhishek V, Jerath K and Zhang ZJ, 2016. Agency selling or reselling? channel structures in electronic retailing. *Management Science*, 62(8), pp.2259–2280. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2230>.
21. Du S, Bao H and Nie T, 2025. Agency selling or reselling? differentiated medication pricing in a healthcare platform with consultation. *International Journal of Production Economics*, 286, p.109639. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109639>.
22. Ho CF and Tai YM, 2008. Effects of information sharing on corporate customer's attitude towards loyalty. In *2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM 2008)*, pp.1–4. DOI: <https://doi.org/10.1109/WiCom.2008.2816>.
23. Guo L and Iyer G, 2010. Information acquisition and sharing in a vertical relationship. *Marketing Science*, 29(3), pp.483–506. DOI: <https://doi.org/10.1287/mksc.1090.0534>.
24. Zhang S and Zhang J, 2020. Agency selling or reselling: e-tailer information sharing with supplier offline entry. *European Journal of Operational Research*, 280(1), pp.134–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.07.003>.
25. Hu B, Liu L and Meng C, 2022. Information sharing in an online game supply chain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6), pp.3326–3338. DOI: <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3040767>.
26. Wang YY, Tao F and Wang J, 2022. Information disclosure and blockchain technology adoption strategy for competing platforms. *Information and Management*, 59(7), p.103506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103506>.
27. Lu Q, Liao C and Chen X, 2024. The blockchain adoption strategies of online retailer in a dual-channel supply chain. *International Journal of Production Economics*, 274, p.109322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109322>.
28. Tao F, Wang YY and Zhu SH, 2023. Impact of blockchain technology on the optimal pricing and quality decisions of platform supply chains. *International Journal of Production Research*, 61(11), pp.3670–3684. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2050828>.
29. Avinadav T, Chernonog T, Meilijson I and Perlman Y, 2022. A consignment contract with revenue sharing between an app developer and a distribution platform. *International Journal of Production Economics*, 243, p.108322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108322>.
30. Zhang S, Zhang X, Wang B and Dan B, 2025. Quality information disclosure and blockchain technology adoption of competitive suppliers on the third-party e-commerce platform. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(2), p.127. DOI: <https://doi.org/10.3390/jtaer20020127>.