فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال دوازدهم، شماره ۲ «پیاپی ٤٢» تابستان ۱۳۹۷، صفحه‌های ۹۷-۷۳)

ناسازگاری قطعات، راهی برای انحصارگری در خدمات[۱]

کیومرث شهبازی*، جلیل بادپیما**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰۳/۱۰

چکیده

هدف این مقاله دستیابی به تعادل سازگاری قطعات است. بدین منظور، سازگاری قطعات در بنگاه‌های تولیدکننده تجهیزات تولیدی بررسی شد. در این پژوهش با درنظر گرفتن گزینه‌های پیش‌روی تولیدکنندگان تجهیزات و ارائه‌دهندگان خدمات، یک بازی سه مرحله‌ای طراحی شده است که بنگاه‌ها تصمیمات در مورد سازگاری را قبل از رقابت قیمتی در مراحل فروش و ارائه خدمات اتخاذ می‌کنند. سپس با استفاده از راه‌حل بازی ایستا با اطلاعات ناقص، تعادل بازی استخراج شده است. نتایج مدل‌سازی نشان داد در تجهیزات بیان شده، ناسازگاری قطعات، تعادل بازی است و بنگاه‌ها با انگیزه انحصارگری در ارائه خدمات پس از فروش، تولیدات ارائه شده خود را ناسازگار تولید می‌نمایند. بر اساس نتایج، پیشنهاد می‌شود خریداران تجهیزات تولیدی در صورت امکان قبل از خرید، میزان خرابی تجهیزات تولیدی را برآورد نمایند و همزمان با خرید سیستم، قطعات یدکی را نیز خریداری نمایند.

طبقه‌بندی JEL: D21, L96, L15.

واژگان کلیدی: ناسازگاری، انحصار، تجهیزات تولیدی، بازی ایستا با اطلاعات ناقص.

---

[۱] مقاله مستخرج از رساله دکتری جلیل بادپیما به راهنمایی دکتر کیومرث شهبازی در دانشگاه ارومیه می‌باشد.

* دانشیار اقتصاد دانشگاه ارومیه، پست الکترونیکی: k.shahbazi@urmia.ac.ir

** دکترای اقتصاد دانشگاه ارومیه (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: jalilbadpeyma@gmail.com

۱. مقدمه

محصولی را در نظر بگیرید که می‌توان آن را به دو قطعه (مکمل مطلق) تفکیک کرد. برای مثال، یک سیستم رایانه را می‌توان به یک واحد پایه و نمایشگر تفکیک کرد. واحد پایه و نمایشگر، مکمل مطلق هستند؛ زیرا مصرف‌کننده نمی‌تواند از یک قطعه بدون وجود قطعه دیگر استفاده کند. قطعه اول (واحد پایه) را با X و قطعه دوم (نمایشگر) را با Y نشان می‌دهیم. زمانی قطعات ناسازگارند که قطعات تولید شده سازنده‌های مختلف را نتوان سوار کرد و یک سیستم درست کرد؛ یعنی سیستم‌های X_AY_B و X_BY_A وجود نداشته باشد. قطعات تولید شده سازنده‌های مختلف سازگارند؛ اگر بتوان آنها را بدون هزینه در یک سیستم ترکیب کرد؛ یعنی سیستم‌های X_AY_B و X_BY_A وجود داشته باشد.

تصمیم یک بنگاه برای سازگاری، تأثیری بیرونی را بر بنگاه تحمیل می‌کند؛ بدین معنا که سازگاری قطعات یک رابطه متقارن است؛ یعنی اگر قطعه X_A با قطعه Y_B سازگار باشد، در این صورت قطعه Y_B نیز با قطعه X_A سازگار است. به عبارت دیگر، اثر بازار واداشتن بنگاه A به سازگارکردن قطعه X_A خود با قطعه Y_B معادل همان است که بنگاه B وادار شود، قطعه Y_B خود را با X_A سازگار کند. به همین ترتیب، پیامدی که در آن بنگاه B قطعه X_B خود را سازگار با قطعه Y_A بنگاه A می‌سازد، معادل این پیامد است که بنگاه A قطعه Y_A خود را با قطعه X_B سازگار کند؛ بنابراین، برای یک بنگاه کافی است درباره سازگاری تصمیم بگیرد تا به پیامد بازاری بیانجامد مشابه پیامدی که در آن هر دو بنگاه درباره سازگاری تصمیم می‌گیرند (شهبازی، ۱۳۹۳: ۳۰۱-۳۰۲).

در حال حاضر، بیشتر مطالعات، سازگاری را به عنوان تعادل بیان می‌کنند (فارل و سالونر[1]، ۱۹۸۵؛ ماتوتس و رجیبو[2]، ۱۹۸۸؛ اکونومیدز، ۱۹۸۹، ۱۹۹۱؛ اکونومیدز و وایت[3]، ۱۹۹٤؛ آتاناسوپولوس[4]، ۲۰۱٦؛ چن[5]، ۲۰۱٦)؛ در حالی که مشاهده می‌شود قطعات تجهیزات تولیدی شرکت‌های مختلفی وجود دارند که با هم ناسازگارند. برای مثال، قطعات تجهیزات مخابراتی

[1] Farrell & Saloner
[2] Matutes & Regibeau
[3] Economides & White
[4] Athanasopoulos
[5] Chen

شرکت‌های هوواوی و زدتی‌ای چین، زیمنس آلمان، NEAX ژاپن، اریکسون سوئد، آلکاتل ایتالیا و ... در داخل هر سیستم با هم ناسازگار هستند؛ بدین معنا که قطعات آن‌ها در داخل سیستم بر هم سوار نمی‌شوند و نمی‌توان آن‌ها را با هم ترکیب و استفاده کرد.

سؤال این است که چرا شرکت‌های سازنده مختلف، قطعات داخل تجهیزات تولیدی را ناسازگار با هم تولید می‌کنند؟ به عبارت دیگر، چه انگیزه‌ای تولیدکنندگان را به سوی تولید قطعات ناسازگار سوق می‌دهد؟ به منظور پاسخ‌گویی به این دو سؤال، وجود تعادل سازگاری کامل (هنگامی که قطعات تولید شده توسط همه بنگاه‌ها با یکدیگر سازگارند) یا ناسازگاری کامل (هنگامی که هیچ‌کدام از قطعات تولید شده بنگاه‌های متفاوت سازگار نیستند و هیچ سیستم ترکیبی وجود ندارد) در تجهیزات تولیدی از طریق یک بازی سه مرحله‌ای بررسی و تعادل بازی ایستا با اطلاعات ناقص تعیین می‌شود. این پژوهش برای اولین‌بار ناسازگاری قطعات در تجهیزات تولیدی را بررسی می‌کند و نتایج آن را به ادبیات ناسازگاری می‌افزاید.

برای تحقق اهداف، مقاله بدین صورت سازمان‌دهی شده است: در بخش دوم، ادبیات و پیشینه و در بخش سوم، روش پژوهش بیان شده است. مدل‌سازی در بخش چهارم و نتایج و پیشنهادها در بخش پنجم ارائه شده‌اند.

۲. مروری بر ادبیات[۱]

مطالعات در زمینه سازگاری را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: سازگاری با وجود پیامدهای خارجی شبکه و سازگاری در غیاب پیامدهای یاد شده. در شبکه‌ها مطلوبیت ناشی از مصرف کالا با افزایش تعداد مصرف‌کنندگان دیگر افزایش می‌یابد و این مطلوبیتی که یک مصرف‌کننده از کالا دریافت می‌کند، بستگی به تعداد کاربران دیگری دارد که در همان شبکه هستند. وسعت شبکه که منجر به پیامدهای خارجی مصرف می‌شود، در میان بازارها متفاوت است. ویژگی مشخصه بازار که وسعت شبکه مربوطه را تعیین می‌کند این است که آیا محصولات بنگاه‌های متفاوت می‌توانند با هم کار کنند. اگر سیستم‌های دو بنگاه با هم سازگار

[۱] گفتنی است که در زمینه پژوهش حاضر، مطالعه داخلی مشاهده نشده است.

باشند، تعداد کل مصرف‌کنندگان دو بنگاه شبکه را تشکیل می‌دهند. اگر سیستم‌ها ناسازگار باشند، اندازه یک سیستم منفرد سنجه مناسبی برای اندازه شبکه است (کتز و شاپیرو[1]، ۱۹۸۵).

آتاناسوپولوس (۲۰۱٦) رفتار سوقِ به سازگاری کالاهای شبکه‌ای بادوام بنگاه‌های مسلط و اثرات رفاهی ناسازگاری را مورد بررسی قرار داد. وی با به‌کارگیری یک بازی متوالی، یک رقیب کوچک‌تر توانای خلاق را به عنوان رهبر بازار معرفی کرد. با این شرایط وی به این نتیجه دست یافت که بنگاه مسلط باید از سازگاری حمایت کند؛ همچنین هنگامی که مصرف‌کنندگان مستقل از اعضای دیگر گروه در تصمیم‌گیری خریدشان رفتار می‌کنند، بنگاه‌های مسلط با ایده‌های خلاقانه احتمالاً زمانی که اندازه بازار در نرخی زیر نرخ رشد آستانه رشد می‌کند، در مقایسه با رقبایشان بیشتر سازگار خواهند شد.

اکونومیدز و وایت (۱۹۹٤) تعدادی مفاهیم مهم را با درنظر گرفتن شبکه‌ها و سازگاری توسعه دادند. آنان اشاره می‌کنند که مفهوم آشنای مکمل بودن در دل مفهوم سازگاری قرار دارد. این پژوهش‌گران به طور خاص ادغام‌های عمودی، سرمایه‌گذاری مشترک سازگارمحور و محدودیت‌های عمودی را بررسی کرده و نشان داده‌اند که همانند اکثر روابط عمودی (از طریق ادغام، یکپارچگی یا قرارداد)، استدلال‌های قوی‌تری برای سودمندی سازگاری بیشتر و ترتیبات شبکه وجود دارد (اکونومیدز و وایت، ۱۹۹٤).

کتز و شاپیرو (۱۹۸۵) تصمیم سازگاری در شبکه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. آنان بیان کردند بنگاه‌ها می‌توانند در مورد سازگاری تصمیم بگیرند و بنابراین، می‌توانند تعیین کنند که کدام یک از فروش بنگاه انفرادی یا کل بازار انتخاب مناسب‌تری در ارزیابی پیامدهای خارجی مصرف است. بنابراین، سؤال مهم این است که آیا بنگاه‌ها انگیزه‌های مناسبی برای تولید کالاها یا خدمات سازگار دارند؟ آن‌ها با استفاده از مدل، انگیزه‌های فردی و اجتماعی برای تولید محصولات سازگار را با هم مقایسه کرده‌اند. این پژوهشگران دریافته‌اند که بنگاه‌های با شهرت خوب یا شبکه‌های موجود بزرگ تمایل دارند که سازگار نباشند، حتی هنگامی که رفاه با حرکت به سوی سازگاری افزایش یابد. در مقابل، بنگاه‌های شبکه‌های کوچک یا با شهرت کم متمایل به سازگاری محصول هستند، حتی در تعدادی موارد که هزینه‌های اجتماعی سازگاری

[1] Katz & Shapiro

بیشتر از مزایای آن است. آن‌ها با درنظر گرفتن بنگاه‌ها به عنوان تصمیم‌گیرنده جمعی در مدل خود دریافتند که انگیزه‌های مشترک بنگاه‌ها برای سازگاری محصول از انگیزه‌های اجتماعی پایین‌تر است (کتز و شاپیرو، ۱۹۸۵). آنان همچنین در پژوهشی دیگر بیان می‌کنند که تعادل در بازارهای سیستمی از بهینه اجتماعی دور می‌شود (کتز و شاپیرو، ۱۹۹٤).

در مورد سازگاری در غیاب پیامدهای خارجی شبکه مطالعاتی صورت گرفته است. لی[1](۲۰۱۷) رابطه سازگاری و سرمایه‌گذاری در بازار وسایل نقلیه الکتریکی آمریکا را مورد مطالعه قرار می‌دهد. وی بیان می‌کند که بازار وسایل نقلیه الکتریکی آمریکا در پنج سال اولش ده برابر شده است؛ در حالی که سه استاندارد ناسازگار برای ایستگاه‌های شارژ وجود دارد. وی یک مدل انتخاب وسیله نقلیه مصرف‌کننده و سرمایه‌گذاری تولیدکننده ماشین را توسعه می‌دهد که اثر مبهم استانداردهای سازگاری اجباری روی عایدی بازار و رفاه را نشان می‌دهد. وی استدلال می‌کند که با سازگاری ایستگاه‌های شارژ، ممکن است مصرف‌کنندگان از طریق فراهم‌شدن دسترسی به همه ایستگاه‌های شارژ موجود منتفع شوند؛ با وجود این، بنگاه‌ها ممکن است که سرمایه‌گذاری‌هایشان روی ایستگاه‌های شارژ را کاهش دهند؛ زیرا منافع سرمایه‌گذاری آنان به رقبایشان سرریز می‌شود و بنابراین، پاسخ بنگاه به سرمایه‌گذاری ممکن است که عایدی مصرف‌کننده از سازگاری را از بین ببرد (لی، ۲۰۱۷).

سنگ‌هیون و چوی[2](۲۰۱۵) در مطالعه‌ای انگیزه‌های خصوصی و اجتماعی برای سازگاری در یک مدل رقابت جزئی دو بعدی بازارهای سیستمی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند تفاوت اساسی بین انگیزه‌های خصوصی و اجتماعی برای سازگاری در میان مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان وجود دارد. مصرف‌کنندگان سازگاری را بسیار جذاب‌تر می‌یابند؛ زیرا به آن‌ها تنوع بیشتری از سیستم‌ها را اجازه می‌دهد و آن‌ها می‌توانند به آسانی یک سیستم نزدیک به ویژگی‌های ایده‌آل‌شان را به طور متوسط پیدا کنند. با وجود این، وجود تنوع بیشتر تحت سازگاری دلالت بر رقابت شدید و سود پایین‌تر برای بنگاه در بازار را دارد. اگر تعداد بنگاه‌ها در یک بازار سیستمی ثابت باشد، بنگاه‌ها ناسازگاری را به سازگاری ترجیح می‌دهند. با وجود این، رفاه اجتماعی تحت سازگاری بالاتر است. گفتنی است این نتیجه، در

[1] Li
[2] Sang-Hyun & Choi

تضاد کامل با ادبیات پیشین است که هم‌ترازی انگیزه‌های خصوصی و اجتماعی برای سازگاری را نشان می‌دهند (سنگ‌هیون و چوی، ۲۰۱۵).

فارل و سیمکو[1](۲۰۱۲) چهار راه را برای رسیدن به سازگاری محصول ارائه می‌کنند: پذیرش غیرمتمرکز، مذاکره برای سازمان تنظیم استاندارد فراگیر[2]، پیرو یک رهبر بودن و استفاده از مبدل یا چند سیستم ناسازگار[3]. این چهار مسیر برای سازگاری، هزینه‌ها و مزایای متفاوتی دارند. هنگام انتخاب یک مسیر برای سازگاری، بده بستانی میان احتمال هماهنگی، هزینه‌های مورد انتظار و منابع و پیامدهای رقابت و نوآوری پس از آن وجود دارد. همچنین دلالت‌هایی وجود دارد که رهبر پلت‌فرم این هزینه‌ها و مزایا را درونی می‌سازد و مسیر بهینه اجتماعی برای سازگاری را انتخاب می‌کند (فارل و سیمکو، ۲۰۱۲).

دنیکولو[4](۲۰۰۰) در مطالعه‌ای انتخاب‌های سازگاری و بسته‌بندی را در یک بنگاه تولیدکننده سیستم دو قطعه‌ای و دو بنگاه عرضه‌کننده اختصاصی هر کدام از قطعه‌های سیستم (تنها عرضه یک قطعه) مورد مقایسه قرار می‌دهد. وی نشان می‌دهد که بنگاه عرضه‌کننده سیستم دو قطعه‌ای ممکن است انگیزه‌ای برای عرضه سیستم ناسازگار یا بسته‌بندی کامل[5] داشته باشند، هنگامی که یک قطعه به میزان کمتری متمایز از دیگری است. در این مورد، سیستم بسیار متمایزتر از قطعه به نسبت غیرمتمایز است و بنابراین تحت ناسازگاری، بنگاه عرضه‌کننده قطعه اختصاصی که قطعه غیرمتمایز را تولید می‌کند، قیمت رقابتی را قرار خواهد داد؛ بنگاه تولیدکننده قطعه اختصاصی کمترمتمایز، از ناسازگاری عایدی کسب خواهد کرد و بنگاه عمومی (تولیدکننده سیستم) ممکن است از بسته‌بندی، حتی در غیاب حذف رقیب نیز عایدی کسب نماید (دنیکولو، ۲۰۰۰).

در ادبیات اقتصادی در حال رشد سازگاری و استانداردسازی اغلب فرض می‌شود که سازگاری به تنهایی توسط طراح محصول تعیین می‌شود و سازگاری محصول دارای وضعیت همه یا هیچ است؛ در حالی که فارل و سالونر(۱۹۹۲) در پژوهشی بیان می‌کنند که مبدل‌ها و

---

[1] Farrell & Simcoe
[2] Consensus
[3] Multi-Homing
[4] Denicolo
[5] Pure Bundling

آداپتورها اغلب می‌توانند یک تکنولوژی را به طور جزئی سازگار با دیگری نمایند و در واقع سازگاری درجه‌ای است؛ در حالی که نتایج بازار بدون مبدل‌ها اغلب ناکارا هستند، وجود مبدل‌ها می‌تواند واقعاً موضوع را بدتر سازد. مبدل‌ها در حقیقت، هنگامی که مبدل‌ها بدون هزینه و کامل هستند، به جهت ایجاد سازگاری، مزایای سازگاری بدون از دست دادن تنوع را ارائه می‌دهند. اما این حالت به ندرت رخ می‌دهد و در حالت کلی، اثر رفاهی وجود مبدل‌ها مبهم است. اگر هیچ مبدلی وجود نداشته باشد و سازگاری نسبتاً کم‌اهمیت باشد، مبدل‌ها به این سو متمایل می‌شوند که سازگاری و رفاه اجتماعی را افزایش دهند. هنگامی که یک تکنولوژی توسط یک بنگاه مسلط عرضه می‌شود، مدل آنان پیشنهاد می‌دهد که آن بنگاه مانع از تلاش‌های رقبایش برای رسیدن به سازگاری از طریق مبدل‌ها شود (فارل و سالونر، ۱۹۹۲).

اکونومیدز (۱۹۸۹) بنگاه‌هایی را که قطعات انفرادی سازگار با قطعات سازندگان دیگر تولید می‌کنند را به جای این که سیستم‌های ترکیبی از قطعات که ناسازگار با قطعات سازندگان رقیب هستند، با هم مقایسه می‌کند. وی در یک بازی دو مرحله‌ای، که بنگاه‌ها در مرحله اول بین سازگاری و ناسازگاری یکی را انتخاب می‌نمایند و در مرحله دوم قیمت‌ها را انتخاب می‌کنند، رژیم سازگاری را به عنوان تعادل کامل منحصر به فرد بیان می‌کند. این یک نتیجه آنی از این واقعیت است که سودها و قیمت‌ها در حالت سازگاری بالاتر هستند (اکونومیدز، ۱۹۸۹).

وی در مطالعه‌ای دیگر نشان داده است که این تمایل به سوی سازگاری کامل حتی هنگامی که بنگاه‌ها فرصتی برای تغییر درجه سازگاری قطعات‌شان با قطعات رقیب دارند، نیز برقرار است. درجه سازگاری توسط هزینه آداپتوری که نیاز است تا یک تابع سیستمی ترکیبی ساخته شود، اندازه‌گیری می‌شود. وی نشان می‌دهد که در یک بازی انحصار دو جانبه دو مرحله‌ای، جایی که درجه سازگاری در مرحله اول انتخاب و قیمت‌ها در مرحله دوم انتخاب می‌شوند تعادل کامل در سازگاری کامل است که با وجود هزینه آداپتور صفر، تقاضا برای کالاهای تولیدکننده تکی و ترکیبی دارای اندازه یکسان هستند. همچنین اگر تقاضا برای ترکیبی پایین باشد یا اگر تقاضا برای سیستم‌هایی که حداقل شامل یک قطعه ساخته شده توسط بنگاه هستند پایین باشد، حداقل یک بنگاه ناسازگاری را انتخاب می‌کند. بنابراین، تقارن سیستم تقاضا برای سازگاری ضروری است (اکونومیدز، ۱۹۸۹).

اکونومیدز (۱۹۹۱) در پژوهشی دیگر انتخاب سازگاری در یک مدل با دو نوع محصول مکمل را مطالعه کرده است. وی فرض می‌کند که صنعت برای نوع اول قطعات مکمل انحصار دوجانبه است که در آن بنگاه‌ها سود مثبت کسب می‌کنند؛ در حالی که صنعت برای نوع دوم قطعات مکمل رقابت انحصاری است. دو رژیم با هم مقایسه شده‌اند. در رژیم سازگاری، همه قطعات به آسانی قابل ترکیب‌اند. در رژیم ناسازگاری، تولیدکننده نوع B باید دو نسخه متفاوت از محصولش را تولید نماید که هر کدام سازگار با یک نوع خاص قطعه A است. وی نشان داده است در تعادل بلندمدت با آزادی ورود[1]، تعداد تولیدکنندگان فعال نوع B در رژیم ناسازگاری کمتر است. هنگامی که هیچ افزایش معناداری در تقاضای صنعت به عنوان نتیجه افزایش در تعداد تنوع‌های نوع B وجود ندارد، سود بنگاه‌های نوع A در رژیم ناسازگاری بالاتر است و این بنگاه‌ها این رژیم را ترجیح خواهند داد. در مقابل، به هنگام افزایش معنادار در تقاضای صنعت، بنگاه نوع A سودهای بالاتری در رژیم سازگاری دارد. این مقاله نشان می‌دهد که یکی از شایع‌ترین نتایج در ادبیات سازگاری، یعنی، قیمت‌ها و سودها در سازگاری کامل بالاتر از رژیم قطعات ناسازگار است، می‌تواند در یک صنعت دارای رقابت شدید در تنوع‌ها معکوس شود (اکونومیدز، ۱۹۹۱).

ماتوتس و رجیبو (۱۹۸۸) برای بررسی سازگاری محصول، یک بازی ایستای دو مرحله‌ای را طراحی کردند که در آن دو بنگاه تصمیمات سازگاریشان را قبل از رقابت در قیمت‌ها می‌گیرند. تعادل نش کامل متقارن این بازی، سازگاری کامل را نشان می‌دهد. اگر چه سازگاری منجر به قیمت‌های بالاتر نسبت به ناسازگاری می‌شود، اما در عین حال تنوع سیستم‌های در دسترس را نیز افزایش می‌دهد؛ به طوری که تعدادی از مصرف‌کنندگان با سازگاری در وضعیت بهتری قرار می‌گیرند، در حالی که دیگران متضرر می‌شوند.

اگر استانداردسازی بدون هزینه باشد، سازگاری مازاد اجتماعی را افزایش می‌دهد، اما ممکن است مازاد مصرف‌کننده را کاهش دهد. در صورتی که سازگاری به صورت یک‌جانبه برقرار شود (مورد آداپتور)، به شرطی که هیچ هزینه‌ای برای دستیابی به استانداردسازی وجود نداشته باشد، همواره از نظر اجتماعی بهینه است.

[1] The Long-run Free Entry Equilibrium

هر هزینه‌ای برای دستیابی به سازگاری، همچون مخارج تحقیق و توسعه اضافی، انگیزه بنگاه‌ها را برای تولید قطعات سازگار کاهش خواهد داد و باید قبل از هرگونه قضاوت درباره رفاه، از مازاد اجتماعی کسر گردد. اگر هزینه‌های استانداردسازی و قیمت‌های رزرو به اندازه کافی بالا باشند، بنگاه‌ها تمایل به انتخاب سازگاری دارند؛ در حالی که از نظر اجتماعی یک صنعت ناسازگار برتری دارد. به طور مشابه، ممکن است برای قیمت‌های رزرو پایین، سازگاری که از نظر جامعه مطلوب است به دست نیاید. با افزایش تعداد سیستم‌های موجود، سازگاری محصول دامنه انتخاب مصرف‌کننده را افزایش می‌دهد، که ظاهراً با ادعای فارل و سالونر متناقض است که سازگاری محصول الزاماً تفاوت محصول را کاهش می‌دهد. اما این دو قضیه به دو جنبه متفاوت از تنوع محصول اشاره دارند. از یک سو، سازگاری محصول تعداد سیستم-هایی را که مصرف‌کنندگان می‌توانند انتخاب کنند، افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، دستیابی به سازگاری ممکن است نیازمند این باشد که قطعات در جنبه‌های دیگر مشابه‌تر شوند (ماتوتس و رجیبو، ۱۹۸۸).

فارل و سالونر (۱۹۸۵) در مطالعه‌ای مساله نوآوری هماهنگی یا تغییر استاندارد در یک صنعت را تحلیل کرده‌ند که در آن، محصولات ناسازگار با دیگران دارای عدم مزیت قابل توجه هستند و سازگاری محصول تفاوت محصول را کاهش می‌دهد (فارل و سالونر، ۱۹۸۵).

۳. روش پژوهش

مدل‌سازی نظریه بازی در اقتصاد بین‌الملل، اقتصاد کار، اقتصاد کلان و مالیه عمومی عادی شده است و در حال پیشروی به سوی اقتصاد توسعه و تاریخ اقتصادی است. مدل‌سازان زیادی از نظریه بازی استفاده می‌کنند؛ زیرا به آنها اجازه می‌دهد که همانند یک اقتصاددان بیندیشند هنگامی که نظریه قیمتی پاسخگو نیست (گیبونز[1]، ۱۹۹۷). در پژوهش حاضر نیز به منظور دستیابی به اهداف پژوهش از نظریه بازی‌ها بهره گرفته شده است.

بازی‌ها دارای ابعاد زیادی هستند و به همین دلیل، طبقه‌بندی‌های مختلفی از آن‌ها را می‌توان ارائه داد؛ مهم‌ترین طبقه‌بندی، طبقه‌بندی بازی‌ها به بازی‌های همکارانه[2] و

[1] Gibbons
[2] Cooperative

غیرهمکارانه[1] است. نظریه‌پردازان، بازی‌های غیرهمکارانه را به ایستا و پویا تقسیم می‌کنند. هر کدام از بازی‌های ایستا و پویا خود به دو دسته بازی‌های با اطلاعات کامل و اطلاعات ناقص تقسیم می‌شوند. بنابراین، می‌توان بازی‌های غیرهمکارانه را به چهار دسته بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل[2]، بازی‌های پویا با اطلاعات کامل[3]، بازی‌های ایستا با اطلاعات ناقص[4] و بازی‌های پویا با اطلاعات ناقص[5] تقسیم نمود. در ادامه، تعادل بازی در هر کدام از انواع بازی‌های غیرهمکارانه تشریح می‌گردد (عبدلی، ١٣٨٦: ٢٥٧؛ سوری، ۱۳۹۱: ۱۰۷).

الف) بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل: در این بازی‌ها، بازیکنان به طور هم‌زمان عمل (استراتژی) خود را انتخاب می‌کنند و هر بازیکن عایدی بازیکنان در بازی را کاملا می‌داند و به عبارت دیگر، هر مجموعه اطلاعات فقط دارای یک گره تصمیم است (عبدلی، ۱۳۹۱: ۵؛ مس‌کالل، وینستون و گرین[6]، ١٣٩٤: ۳۰۲). تعادل در بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل به تعادل نش[7] معروف است. یک پیامد زمانی تعادل نش است که اگر تمامی بازیکنان دیگر از استراتژی‌هایی که در پیامد نش بازی کرده‌اند، منحرف نشوند، انحراف از آن به نفع هیچ‌یک از بازیکنان نباشد (شهبازی، ۱۳۹۳).

ب) بازی‌های پویا با اطلاعات کامل: بازی‌های پویا با اطلاعات کامل بازی‌هایی هستند که در آن بازیکنان به صورت متوالی تصمیم می‌گیرند و در آن پیامد بازیکنان برای هر ترکیب استراتژی به صورت اطلاعات عمومی بوده و همه بازیکنان از آن اطلاع کامل دارند (عبدلی، ١٣٨٦: ٢٥٧). به‌کارگیری تعادل نش در بازی‌های پویا با اطلاعات کامل، تعادل‌های با تهدید یا قول‌های باورکردنی و باورنکردنی را نشان می‌دهد؛ در حالی که تعادل‌های مبتنی بر قول یا تهدید باورنکردنی عملاً رخ نمی‌دهند. راه حل تعادل در بازی‌های پویا با اطلاعات کامل، تعادل نش کامل بازی فرعی[8](SPE) است که با حذف

---

[1] Non Cooperative
[2] Static Games of Complete Information
[3] Dynamic Games of Complete Information
[4] Static Games of Incomplete Information
[5] Dynamic Games of Incomplete Information
[6] Mas-Colell, Whinstone & Green
[7] Nash Equilibrium
[8] Subgame Perfect Nash Equilibrium

تعادل‌های مبتنی بر قول یا تهدید باورنکردنی موجب تقویت تعادل نش می‌شود (عبدلی، ۱۳۹۱: ۱۲۸).

ج) **بازی‌های ایستا با اطلاعات ناقص**: در این بازی‌ها، بازیکنان به طور هم‌زمان استراتژی‌های خود را انتخاب می‌کنند و بعضی از آن‌ها عایدی رقیب (رقبا) را برای برخی یا تمام ترکیب استراتژی‌ها نمی‌دانند؛ یا به عبارت دیگر، بعضی از بازیکنان اطلاعاتی درباره عایدی بازیکنان رقیب ندارند. حتی ممکن است برخی بازیکنان دارای اطلاعات خصوصی در بازی باشند که دیگران آن اطلاعات را ندارند. در چنین حالتی، بازیکنانی که اطلاعات کمتری دارند مجبورند در شکل‌گیری انتظارات و انتخاب استراتژی خود، اطلاعات خصوصی رقبا را مد نظر قرار دهند. از آنجا که انتخاب استراتژی از سوی بازیکنان هم‌زمان است، امکان هیچ‌گونه تبادل اطلاعاتی وجود ندارد و به همین دلیل در نظر گرفتن اطلاعات خصوصی دیگران توأم با حدس و گمان خواهد بود. تعادل در این بازی‌ها را تعادل بیزین نش خالص گویند (عبدلی، ۱۳۹۱: ۵-۸؛ سوری، ۱۳۹۱: ۱۰۸).

د) **بازی‌های پویا با اطلاعات ناقص**: در این بازی‌ها، بازیکنان به صورت متوالی انتخاب خود را انجام می‌دهند و پیامد بازی، دانش مشترک بین بازیکنان نبوده، بلکه اطلاعات به صورت نامتقارن است (عبدلی، ۱۳۹۱). در بازی‌های بیان شده، بعضی از تعادل‌های نش فرم استراتژیک، منطقی‌تر از تعادل‌های دیگر هستند. به منظور کنارگذاشتن تعادل‌های غیرمنطقی، تعادل بیزین نش کامل[1] ارائه شده است. در این تعادل، برخی تعادل‌های نش غیرعقلایی که حتی با تعادل SPE نیز قابل کنارگذاشتن نیستند، پالایش می‌شود (عبدلی، ۱۳۹۱).

در این پژوهش از بازی‌های ایستا با اطلاعات ناقص بهره گرفته می‌شود.

٤. مدل‌سازی بازی تولیدکننده (فروشنده) و خریدار تجهیزات تولیدی

در داخل هر سیستم، تولیدکنندگان می‌توانند در مورد نحوه ساخت تجهیزات سخت‌افزاری و طراحی بخش نرم‌افزاری خویش تصمیم‌گیری نمایند. تولیدکنندگان می‌توانند تجهیزات خود را

[1] Perfect Bayesian Nash Equilibrium(PBE)

سازگار و یا ناسازگار با هم تولید کنند. به منظور تحلیل سازگاری قطعات بیان شده، یک بازی سه مرحله‌ای طراحی شده است که در آن در مرحله ۱، دو بنگاه i و j درباره سازگاری طراحی قطعات خود با قطعات تولید شده بنگاه رقیب، تصمیم می‌گیرند و در مرحله ۲، با مشخص بودن طراحی قطعات، بنگاه‌ها برای ورود به بازار و فروش تجهیزات خویش در یک مناقصه با هم به رقابت قیمت می‌پردازند. در مرحله ۳ بنگاه‌ها برای ارائه خدمات (تعمیر، تأمین قطعات خراب شده و ارتقای قطعات) با هم رقابت قیمتی دارند. در ادامه، ابتدا فروض حاکم بر مدل، متغیرهای مورد نیاز و سپس بازی تشریح می‌شود.

فروض مدل: به منظور ساده‌کردن مدل‌سازی، نیاز به برخی فروض وجود دارد که در ادامه به آن‌ها پرداخته شده است. فرض‌های حاکم بر مدل به قرار زیر است:

- تکنولوژی و هزینه تولید تمامی بنگاه‌ها یکسان است.
- تولیدکنندگان خود فروشنده محصول خود هستند و نمایندگی یا واسطه‌ای وجود ندارد.
- تولیدکنندگان به دنبال حداکثر کردن سود انتظاری رزرو خویش می‌باشند.
- هزینه سازگاری تجهیزات تولیدی یک تولیدکننده با تولیدکنندگان دیگر صفر است.
- دوره تغییر تکنولوژی T سال است و خریدار از همان دوره اول، تکنولوژی جدید را به کار می‌گیرد. هر سال یک دوره نامیده می‌شود. دوره ضمانت بعد از خرید وجود ندارد.
- تجهیزات ممکن است کاملا سالم یا کاملا معیوب باشند. تجهیزات معیوب هیچ ارزشی برای خریدار ندارند و نمی‌توان آن‌ها راحتی به عنوان ضایعات فروخت.
- نرخ بازده انتظاری تولیدکننده i از نرخ بازده انتظاری تولیدکننده j کمتر است.

معرفی متغیرهای مدل: در این بخش به منظور سهولت در درک مدل، متغیرهای مورد استفاده در مدل معرفی شده است.

C: هزینه تولید کل یک سیستم تجهیزات تولیدی است.

r_i^e و r_j^e: به ترتیب نرخ بازده انتظاری تولیدکنندگان i و j که $r_i^e < r_j^e$ است.

ρ و $\frac{m}{n} = \theta$: برای توضیح این متغیرها باید یک تجهیزات تولیدی به مثابه یک سیستم نگریسته شود؛ این سیستم را به n قسمت تقسیم نموده و هر قسمت یک زیرسیستم نامیده

می‌شود. فرض می‌شود که تولیدکنندگان نسبت به دوام تجهیزات تولیدی خود آگاهی دارند. در این صورت ρ نرخ خرابی در هر زیرسیستم و با فرض خرابی $m(0 < m < n)$ زیرسیستم در هر دوره، نرخ خرابی در کل سیستم برابر با $\rho\theta$ خواهد بود. فرض می‌شود که این نرخ‌ها ثابت‌اند. همچنین فرض می‌شود درآمد از دست رفته ناشی از خرابی هر اندازه از زیرسیستم برای خریدار تجهیزات تولیدی بیشتر از هزینه کامل تعویض زیرسیستم است.

$b_{i۲}, b_{i۳}$ و $b_{j۲}, b_{j۳}$: به ترتیب بیانگر قیمت تولیدکننده i در مرحله دوم (مناقصه)، قیمت تولیدکننده i در مرحله سوم، قیمت تولیدکننده j در مرحله دوم (مناقصه) و قیمت تولیدکننده j در مرحله سوم است؛ همچنین ε کوچک‌ترین واحد پولی است.

حال به منظور تشریح بازی، در زیر ابتدا قیمت‌گذاری تجهیزات تولیدی و خدمات آن در صورت سازگاری قطعات و سپس در حالت ناسازگاری قطعات مورد بحث قرار می‌گیرد.

٤-١. قیمت و سود در مراحل دوم و سوم در حالت سازگاری قطعات

در صورت سازگاری قطعات، در هر دو مرحله فروش تجهیزات و ارائه خدمات، رقابت قیمت حاکم خواهد شد. در مسیر فعالیت رقابتی، هر یک از رقبا حداکثر تلاش را دارد تا دیگران را از فعالیت در بازار دور کند و قدرت تعیین قیمت بالاتر از هزینه نهایی را کسب کند (شهیکی‌تاش و نوروزی، ۱۳۹۳). حال ابتدا مرحله سوم و سپس مرحله دوم بحث می‌شود. مرحله سوم خود دارای T دوره است. در هر دوره ρ درصد قطعات در m زیرسیستم خراب می‌شوند. در این مرحله سازگاری قطعات موجب ایجاد رقابت قیمتی در بین فروشندگان خواهد شد و بنابراین بنگاه i می‌تواند خدمات خود در هر دوره را با پایین‌ترین قیمت یعنی $m[\frac{(1+r_j^e)\rho C}{n} - \varepsilon]$ به خریدار ارائه دهد[1]. در این صورت، سود T دوره مرحله سوم برابر است با:

$$\pi_{i۳} = T[m[\frac{(1+r_j^e)\rho C}{n} - \varepsilon] - \frac{m\rho C}{n}] = \frac{Tm\rho r_j^e}{n} C - Tm\varepsilon = T\theta\rho r_j^e C - T\theta n\varepsilon \qquad (1)$$

[1] فرض بر این است که بنگاه‌ها قیمت همدیگر را در مرحله دوم مشاهده نموده و بنابراین بنگاه‌ها در مرحله سوم نرخ بازدهی یکدیگر را می‌دانند.

حال مرحله دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد. مناقصه‌گران به دلیل اطلاع از تقاضای آتی ناشی از خرید خدمات در مرحله سوم[۱]، مجموع سود دو مرحله را مبنای تصمیم‌گیری خود قرار می‌دهند و در نتیجه پیامد مناقصه‌گر نماینده i با پیشنهاد قیمت $b_{i۲}$ بعد از اتمام مناقصه به صورت رابطه (۲) خواهد بود:

$$\pi_i(b_i,b_j)=\begin{cases}[b_{i۲}-(۱+r_i^e)C]+[T\theta\rho r_j^e C-T\theta n\varepsilon] & \text{اگر} \quad b_{i۲}<b_{j۲}\\ \frac{۱}{۲}[[b_{i۲}-(۱+r_i^e)C]+[T\theta\rho r_j^e C-T\theta n\varepsilon]] & \text{اگر} \quad b_{i۲}=b_{j۲}\\ ۰ & \text{اگر} \quad b_{i۲}>b_{j۱۲}\end{cases} \qquad (۲)$$

در تعادل بیزین نش هر مناقصه‌گر با درنظر گرفتن قیمت پیشنهادی حریف، قیمتی را پیشنهاد می‌دهد که پیامد انتظاری او را حداکثر کند. پیامد انتظاری مناقصه‌گر نماینده (i) برابر است با:

$$\pi_i(b_{i۲},b_{j۲}|r_i^e)=[b_{i۲}-(۱+r_i^e)C+T\theta\rho r_j^e C-T\theta n\varepsilon]P(b_{i۲}<b_{j۲}(r_j^e))+\frac{۱}{۲}*$$
$$[b_{i۲}-(۱+r_i^e)C+T\theta\rho r_j^e C-T\theta n\varepsilon]P(b_{i۲}=b_{j۲}(r_j^e))+۰*P(b_{i۲}>b_{j۲}(r_j^e)) \qquad (۳)$$

که در آن $P(b_{i۲}<b_{j۲}(r_j^e))$ احتمال برنده شدن بازیکن i است.

فرض کنید استراتژی بازیکن نماینده i به صورت زیر باشد:

$$b_i(r_i^e)=a+k(۱+r_i^e)C \qquad (۴)$$

در این حالت، استراتژی مناقصه‌گران به دلیل شکل تبعی و پارامترهای یکسان، متقارن و تعادل به دست آمده نیز متقارن خواهد بود؛ توزیع احتمال r^e یک‌نواخت در نظر گرفته می‌شود. در این صورت، توزیع احتمال r^e به صورت زیر خواهد بود:

---

[۱] بنگاه‌ها معمولاً از کیفیت تولیدات خود آگاهی دارند و بنابراین، اطلاع از تقاضای آتی ناشی از خدمات منطقی به نظر می‌رسد.

$$f_i(r_i^e)=\begin{cases}۰ & \text{اگر} \quad r_i^e \le \underline{r}\\ \frac{۱}{\bar{r}-\underline{r}} & \text{اگر} \quad \underline{r} < r_i^e < \bar{r}\\ ۰ & \text{اگر} \quad r_i^e \ge \bar{r}\end{cases}$$

و تابع توزیع آن به صورت زیر خواهد بود:

$$P_i\left(r_j^e \le r^e\right)=\int_{\underline{r}}^{r^e} f_i(t)dt=\begin{cases}۰ & \text{اگر} \quad r_i^e \le \underline{r}\\ \frac{r_i^e-\underline{r}}{\bar{r}-\underline{r}} & \text{اگر} \quad \underline{r} < r_i^e < \bar{r}\\ ۱ & \text{اگر} \quad r_i^e \ge \bar{r}\end{cases}$$

r_A^e و r_B^e توزیع یک‌نواخت دارند، پس b_A و b_B نیز که به ترتیب تابعی خطی از r_A^e و r_B^e هستند، توزیع یک‌نواخت خواهند داشت. بنابراین، $b_i(r_i^e)$ دارای توزیع یک‌نواخت در بازه $b_i(r_i^e) \in [a+k(۱+\underline{r})C, a+k(۱+\bar{r})C]$ خواهد بود.

به دلیل متقارن بودن بازی، محاسبات را برای مناقصه‌گر A انجام و به مناقصه‌گر B تعمیم داده می‌شود. اگر مناقصه‌گر i پیشنهادی بیشتر از $a+k(۱+\bar{r})C$ بدهد برنده نمی‌شود و اگر پیشنهادی کمتر از $a+k(۱+\underline{r})C$ بدهد، حتماً برنده می‌شود؛ زیرا رقیب در بازه $[a+k(۱+\underline{r})C, a+k(۱+\bar{r})C]$ پیشنهاد می‌دهد. در صورتی که مناقصه‌گر i در بازه یاد شده، پیشنهاد دهد احتمال برنده شدن او برابر خواهد بود با[۱]:

$$p_{i۲}(b_{i۲} \le b_j(r_j^e)) = P_{i۲}(b_{i۲} \le a+k(۱+r_j^e)C) = P_{i۲}(r_j^e \ge \frac{b_{i۲}-a}{kC}-۱) =$$

$$\begin{cases}۰ & \text{اگر} \quad b_{i۲} > a+k(۱+\bar{r})C\\ \frac{k\bar{r}C-b_{i۲}+a+kC}{k(\bar{r}-\underline{r})C} & \text{اگر} \quad a+k(۱+\underline{r})C \le b_{i۲} \le a+k(۱+\bar{r})C\\ ۱ & \text{اگر} \quad b_{i۲} < a+k(۱+\underline{r})C\end{cases} \qquad (۵)$$

[۱] برای اثبات رابطه (۵) به اثبات ۱ پیوست مراجعه شود.

در توزیع‌های پیوسته، احتمال برابر بودن $b_{i۲}$ با مقدار معینی برابر صفر است. پس با قرار دادن جواب احتمالات محاسبه‌شده در تابع پیامد مناقصه‌گر i رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\pi_i(b_{i۲}, b_{j۲}|r_i^e) = [b_{i۲} + T\theta\rho r_j^e C - T\theta n\varepsilon - (۱+r_i^e)C]P(b_{i۲} < b_{j۲}(r_j^e)) =$$

$$\begin{cases} ۰ & \text{اگر} \quad b_{i۲} > a + k(۱+\bar{r})C \\ \dfrac{k\bar{r}C - b_{i۲} + a + kC}{k(\bar{r}-\underline{r})C}[b_{i۲} + T\theta(\rho r_j^e C - n\varepsilon) - (۱+r_i^e)C] & \\ \qquad \text{اگر} \quad a + k(۱+\underline{r})C \le b_{i۲} \le a + k(۱+\bar{r})C & \\ b_{i۲} + T\theta\rho r_j^e C - T\theta n\varepsilon - (۱+r_i^e)C \quad \text{اگر} \quad b_{i۲} < a + k(۱+\underline{r})C & \end{cases} \qquad (۶)$$

برای به دست آوردن قیمت پیشنهادی بهینه از رابطه (۶) نسبت به $b_{i۲}$ مشتق گرفته و آن را برابر صفر قرار داده و بدین صورت $b_{i۲}$ به دست می‌آید. قیمت پیشنهادی مناقصه‌گر در مرحله دوم برابر با رابطه (۷) خواهد بود[۱].

$$b_{i۲} = \frac{۱}{۲}a - \frac{۱}{۲}T\theta\rho r_j^e C + \frac{۱}{۲}T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}k(۱+\bar{r})C + \frac{۱}{۲}(۱+r_i^e) \qquad (۷)$$

از مقایسه رابطه (۷) با رابطه (۴) می‌توان نتیجه گرفت که $k = \frac{۱}{۲}$ و $a = -T\theta\rho r_j^e C +$ $T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}(۱+\bar{r})C$ می‌باشد[۲]. لذا قیمت در مرحله دوم به صورت رابطه (۸) خواهد بود.

$$b_{i۲}(r^e) = -T\theta\rho r_j^e C + T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}(۱+\bar{r})C + \frac{۱}{۲}(۱+r_i^e)C \qquad (۸)$$

بنابراین، مجموع سود مرحله دوم و سوم مناقصه‌گر به صورت زیر خواهد بود[۳]:

$$\pi_i(b_{i۲}, b_{j۲}|r_i^e) = \frac{(\bar{r}-r_i^e)^۲}{۲(\bar{r}-\underline{r})}C \qquad (۹)$$

---

[۱] برای اثبات رابطه (۷) به اثبات ۲ پیوست مراجعه شود.

[۲] برای اثبات مقادیر a و k، به اثبات ۳ پیوست مراجعه شود.

[۳] برای اثبات رابطه (۹) به اثبات ۴ پیوست مراجعه شود.

البته باید توجه نمود که بازه قیمتی مجاز برای مرحله مناقصه (مجموعه عمل بازیکنان) اعداد منفی را دربر نمی‌گیرد و در صورت محاسبه عدد منفی برای قیمت این مرحله، همان قیمت صفر لحاظ می‌گردد؛ در این حالت، سود تولیدکننده برنده مناقصه بیشتر از سود محاسبه شده خواهد بود، زیرا اثر کاهش در سود ناشی از یک عدد منفی (قیمت در مرحله مناقصه) حذف شده است. مطلب بیان شده در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. سود تولیدکننده در حالات مختلف قیمت مرحله مناقصه

حالات مختلف قیمت مناقصه	قیمت در مرحله مناقصه	حداکثر قیمت مانع ورود در مراحل ارائه خدمات	سود کل
۱) قیمت در مرحله مناقصه مثبت باشد	$-T\theta\rho r_j^e C + T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}(۱+\bar{r})C + \frac{۱}{۲}(۱+r_i^e)C$	$T[(۱+r_j^e)\theta\rho C - \theta n\varepsilon]$	$\frac{(\bar{r}-r_i^e)^۲}{۲(\bar{r}-\underline{r})}C$
۲) قیمت در مرحله مناقصه صفر یا منفی محاسبه گردد	صفر	$T[(۱+r_j^e)\theta\rho C - \theta n\varepsilon]$	$\frac{(\bar{r}-r_i^e)^۲}{۲(\bar{r}-\underline{r})}C - [-T\theta\rho r_j^e C + T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}(۱+\bar{r})C + \frac{۱}{۲}(۱+r_i^e)C]$

منبع: یافته‌های پژوهش

ردیف دوم جدول (۱) نشان می‌دهد که سود در حالتی که قیمت تجهیزات مربوطه در مرحله مناقصه مثبت باشد، همان سود محاسبه شده در رابطه (۹) است. ردیف سوم نیز بیان می‌کند هنگامی که قیمت در مرحله مناقصه صفر یا منفی محاسبه گردد، سود بیشتر از سود محاسبه شده در رابطه (۹) خواهد شد.

۴-۲. قیمت و سود در مراحل دوم و سوم در حالت ناسازگاری قطعات

ابتدا مرحله سوم و سپس مرحله دوم بحث می‌شود. مرحله سوم خود دارای T دوره است. در این مرحله، ناسازگاری قطعات موجب خواهد شد که بنگاه تأمین‌کننده تجهیزات، قدرت انحصاری پیدا کند و بتواند قیمت ارائه خدمات خود را در هر دوره تا قیمت تعویض کامل زیرسیستم یعنی $\frac{(1+r_j^e)C}{n}-\varepsilon$ افزایش دهد. در صورت خرابی ρ درصد از m زیرسیستم در هر دوره این مرحله، تولیدکننده درآمدی برابر با $Tm[\frac{(1+r_j^e)C}{n}-\varepsilon]$ را در T دوره کسب می‌نماید. از طرف دیگر، تولیدکننده در T دوره، هزینه‌ای برابر با $\frac{Tm\rho C}{n}$ را خواهد داشت. در این صورت سود تولیدکننده در مرحله سوم بازی برابر است با:

$$\pi_3 = Tm[\frac{(1+r_j^e)C}{n}-\varepsilon]-\frac{Tm\rho C}{n}=\frac{TmC}{n}[1+r_j^e-\rho]-Tm\varepsilon$$
$$\Rightarrow \pi_3 = T\theta C[1+r_j^e-\rho]-T\theta n\varepsilon \qquad (10)$$

در مرحله دوم، مناقصه‌گران به دلیل اطلاع از تقاضای آتی ناشی از خرید خدمات، مجموع سود رزرو دو مرحله را مبنای تصمیم‌گیری خود قرار می‌دهند و در نتیجه پیامد مناقصه‌گر نماینده i با پیشنهاد قیمت b_{i2} بعد از اتمام مناقصه به صورت رابطه (۱۱) خواهد بود:

(11)

$$\pi_i(b_{i2},b_{j2})=\begin{cases} b_{i2}+T\theta C[1+r_j^e-\rho]-T\theta n\varepsilon-(1+r_i^e)C & \text{اگر } b_{i2}<b_{j2} \\ \frac{1}{2}[b_{i2}+T\theta C[1+r_j^e-\rho]-T\theta n\varepsilon-(1+r_i^e)C] & \text{اگر } b_{i2}=b_{j2} \\ 0 & \text{اگر } b_{i2}>b_{j2} \end{cases}$$

در تعادل بیزین نش، هر مناقصه‌گر با در نظر گرفتن قیمت پیشنهادی حریف قیمتی را پیشنهاد می‌دهد که پیامد انتظاری او را حداکثر کند. پیامد انتظاری مناقصه‌گر نماینده (i) برابر است با:

$$\pi_i(b_{i2},b_{j2}|r_i^e)=[b_{i2}+T\theta C[1+r_j^e-\rho]-T\theta n\varepsilon-(1+r_i^e)C]P(b_{i2}<b_{j1}(r_j^e))$$

$$+\frac{۱}{۲}[b_{i۲}+T\theta C[۱+r_j^e-\rho]-T\theta n\varepsilon-(۱+r_i^e)C]P(b_{i۲}=b_{j۲}(r_j^e)) \quad (۱۲)$$
$$+۰*P(b_{i۲}>b_{j۲}(r_j^e))$$

که در آن $P(b_{i۲}<b_{j۲}(r_j^e))$ احتمال برنده شدن بازیکن i است.

فرض کنید استراتژی بازیکنان همان رابطه (٤) باشد؛ در این صورت، همانند حالت سازگاری، در صورتی که مناقصه‌گر i در بازه $b_i(r_i^e)\in[a+k(۱+\underline{r})C, a+k(۱+\bar{r})C]$ پیشنهاد دهد احتمال برنده شدن او برابر خواهد بود با[۱]:

$$p_i(b_{i۲}\le b_j(r_j^e))=P_i(b_{i۲}\le a+k(۱+r_j^e)C)=P_i(r_j^e\ge\frac{b_{i۲}-a}{kC}-۱)=$$
$$\begin{cases}۰ & \text{اگر} \quad b_{i۲}>a+k(۱+\bar{r})C\\ \dfrac{k\bar{r}C-b_{i۲}+a+kC}{k(\bar{r}-\underline{r})C} & \text{اگر} \quad a+k(۱+\underline{r})C\le b_{i۲}\le a+k(۱+\bar{r})C\\ ۱ & \text{اگر} \quad b_{i۲}<a+k(۱+\underline{r})C\end{cases} \quad (۱۳)$$

در توزیع‌های پیوسته احتمال برابر بودن $b_{i۲}$ با مقدار معینی برابر صفر است. پس با قرار دادن جواب احتمالات محاسبه شده رابطه (۱۳) در تابع پیامد مناقصه‌گر i رابطه (١٤) به دست می‌آید:

$$\pi_i(b_{i۲},b_{j۲}|r_i^e)=[b_{i۲}+T\theta C[۱+r_j^e-\rho]-T\theta n\varepsilon-(۱+r_i^e)C]P(b_{i۲}<b_{j۲}(r_j^e))=$$
$$\begin{cases}۰ & \text{اگر} \quad b_{i۲}>a+k(۱+\bar{r})C\\ \dfrac{k\bar{r}C-b_{i۲}+a+kC}{k(\bar{r}-\underline{r})C}\ \mathrm{W} & \text{اگر} \quad a+k(۱+\underline{r})C\le b_{i۲}\le a+k(۱+\bar{r})C\\ ۱ & \text{اگر} \quad b_{i۲}<a+k(۱+\underline{r})C\end{cases} \quad (١٤)$$

در رابطه (١٤)، W برابر با $b_{i2}+T\theta\left[C[1+r_j^e-\rho]-n\varepsilon\right]-(1+r_i^e)C$ است.

[۱] اثبات رابطه (۱۳) همانند اثبات ۱ پیوست است.

برای به دست آوردن قیمت پیشنهادی بهینه از رابطه‌ی (۱۴) نسبت به $b_{i۲}$ مشتق گرفته و آن را برابر صفر قرار داده و بدین صورت $b_{i۲}$ به دست می‌آید. قیمت پیشنهادی مناقصه‌گر در مرحله دوم برابر با رابطه (۱۵) خواهد بود[۱].

$$b_{i۲} = -\frac{۱}{۲}T\theta C[۱ + r_j^e - \rho] + \frac{۱}{۲}T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}k\bar{r}C + \frac{۱}{۲}a + \frac{۱}{۲}kC + \frac{۱}{۲}(۱ + r_i^e)C \qquad (۱۵)$$

از مقایسه رابطه به دست آمده (۱۵) با رابطه (۴) می‌توان نتیجه گرفت که اگر $k = \frac{۱}{۲}$ و $a = -T\theta C[۱ + r_j^e - \rho] + T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}(۱ + \bar{r})C$ باشند، رابطه (۱۵) می‌تواند تعادل باشد[۲]. لذا تعادل بیزین نش بازی مناقصه به صورت رابطه (۱۶) خواهد بود:

$$b_{i۲}(r^e) = -T\theta C[۱ + r_j^e - \rho] + T\theta n\varepsilon + \frac{۱}{۲}(۱ + \bar{r})C + \frac{۱}{۲}(۱ + r_i^e)C \qquad (۱۶)$$

بنابراین، مجموع سود مرحله دوم و سوم مناقصه‌گر به صورت رابطه (۱۷) خواهد بود[۳]:

$$\pi_i(b_{i۲}, b_{j۲} \big| r_i^e) = \frac{(\bar{r} - r_i^e)^۲}{۲(\bar{r} - \underline{r})}C \qquad (۱۷)$$

البته باید توجه نمود که بازه قیمتی مجاز برای مرحله مناقصه (مجموعه عمل بازیکنان) اعداد منفی را در بر نمی‌گیرد و در صورت محاسبه عدد منفی برای قیمت این مرحله، همان قیمت صفر لحاظ می‌گردد؛ در این حالت، سود تولیدکننده برنده مناقصه بیشتر از سود محاسبه شده خواهد بود زیرا اثر کاهش در سود ناشی از یک عدد منفی (قیمت در مرحله مناقصه) حذف شده است. مطلب بیان شده در جدول (۲) آورده شده است.

ردیف دوم جدول (۲) نشان می‌دهد، سود در حالتی که قیمت تجهیزات مربوطه در مرحله مناقصه مثبت باشد همان سود محاسبه شده در رابطه (۱۷) است. ردیف سوم نیز بیان می‌کند هنگامی که قیمت در مرحله مناقصه صفر یا منفی محاسبه گردد، سود بیشتر از سود محاسبه شده در رابطه (۱۷) خواهد شد.

---

[۱] برای اثبات رابطه (۱۵)، به اثبات ۵ پیوست مراجعه شود.

[۲] برای اثبات مقادیر k و a، به اثبات ۶ پیوست مراجعه شود.

[۳] برای اثبات رابطه (۱۷) به اثبات ۷ پیوست مراجعه شود.

جدول ۲. سود تولیدکننده در حالات مختلف قیمت مرحله مناقصه

حالات مختلف قیمت مناقصه	قیمت در مرحله مناقصه	حداکثر قیمت مانع ورود در مرحله ارائه خدمات	سود کل
۱) قیمت در مرحله مناقصه مثبت باشد	$-T\theta C[1+r_j^e-\rho]$ $+T\theta n\varepsilon+\frac{1}{2}(1+\bar{r})C$ $+\frac{1}{2}(1+r_i^e)C$	$T\theta C(1+r_j^e)$ $-Tm\varepsilon$	$\frac{(\bar{r}-r_i^e)^2}{2(\bar{r}-\underline{r})}C$
۲) قیمت در مرحله مناقصه صفر یا منفی محاسبه گردد	صفر	$T\theta C(1+r_j^e)-Tm\varepsilon$	$\frac{(\bar{r}-r_i^e)^2}{2(\bar{r}-\underline{r})}C-$ $[-T\theta C[1+r_j^e-\rho]+$ $T\theta n\varepsilon+\frac{1}{2}(1+\bar{r})C+$ $\frac{1}{2}(1+r_i^e)C]$

منبع: یافته‌های پژوهش

٤-۳. تعادل بازی

با توجه به سود رزرو ارائه شده در جداول (۱) و (۲)، در صورتی که قیمت در مرحله مناقصه مثبت باشد سود رزرو بنگاه نماینده در حالت سازگاری و ناسازگاری با هم برابر است؛ اما هنگامی که قیمت در مرحله مناقصه صفر یا منفی محاسبه گردد سود رزرو بنگاه در دو حالت سازگاری و ناسازگاری، متفاوت خواهد بود. برای این که ناسازگاری تعادل نش بیزی تولیدکننده تجهیزات باشد باید سود وی در حالت ناسازگاری حداقل به اندازه حالت سازگاری باشد. بنابراین باید رابطه نامعادله (۱۸) برقرار باشد:

$$\pi_{\text{ناسازگاری}} \geq \pi_{\text{سازگاری}} \Rightarrow \rho \leq 1 \qquad (۱۸)$$

از آن‌جا که رابطه (۱۸) همواره برقرار است، بنابراین سود در حالت ناسازگاری حداقل به اندازه سود در حالت سازگاری است[۱]. پس می‌توان بیان کرد که:
ناسازگاری قطعات تجهیزات تولیدی، تعادل نش بازی بیزی است.

برای درک بهتر تعادل بازی، می‌توان قیمت‌ها را در مراحل مختلف مورد بررسی قرار داد. مقایسه قیمت تجهیزات بیان شده هنگامی که قیمت در مرحله مناقصه مثبت باشد، نشان می‌دهد که قیمت در مرحله مناقصه، در حالت ناسازگاری کمتر از حالت سازگاری و در مرحله ارائه خدمات عکس آن است[۲]؛ در حالی که سود در هر دو حالت با هم برابر است. بر این اساس می‌توان بیان کرد که بنگاه‌ها در حالت ناسازگاری با انگیزه کسب قیمت بالاتر در مرحله ارائه خدمات، قیمت را در مرحله مناقصه کاهش می‌دهند. هنگامی که قیمت در مرحله مناقصه به صفر کاهش می‌یابد، قیمت بالاتر ارائه خدمات بنگاه برنده مناقصه در حالت ناسازگاری نسبت به حالت سازگاری، سود بالاتر را برای وی به دنبال دارد؛ این بدین معنی است که انگیزه تولید ناسازگار قطعات بیان شده ممانعت از ورود تولیدکننده دیگر به بازار ارائه خدمات و ایجاد قدرت قیمت‌گذاری انحصاری در بازار مربوطه است.

نتیجه حاصل با مشاهدات تجربی نیز سازگار است؛ چنان که بیان شد، در حال حاضر، مشاهده می‌شود قطعات تجهیزات تولیدی شرکت‌های هوواوی و زدتی‌ای چینی، زیمنس آلمان، *NEAX* ژاپن، اریکسون سوئد، آلکاتل ایتالیا و ... در داخل سیستم تجهیزات تولیدی مخابراتی با هم ناسازگار هستند.

٤-٤. نکاتی در مورد تعادل

این بخش سازگاری قطعات را در تجهیزات تولیدی مورد بررسی قرار داد. در این بررسی، کالای خریداری شده به‌طور مستقیم مورد استفاده مصرف‌کنندگان قرار نمی‌گیرد؛ بلکه خدمات ناشی از استفاده از آن (مثلاً در تجهیزات مخابراتی از طریق استفاده از تلفن ثابت و همراه، اینترنت ثابت و همراه، فکس، دیتا و ...) عاید مصرف‌کنندگان می‌گردد؛ در حالی که در مطالعات پیشین، سازگاری در کالاهای مورد استفاده مستقیم مصرف‌کنندگان بررسی شده‌اند.

---

[۱] اثبات مطلب بیان شده در اثبات ۸ پیوست آمده است.

[۲] اثبات مطلب بیان شده در اثبات‌های ۹ و ۱۰ پیوست آمده است.

این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که در هر کدام از رویکردها بازیکنان متفاوتی نقش ایفا می‌نمایند به‌گونه‌ای که در مطالعات پیشین، تولیدکنندگان کالا و مصرف‌کنندگان نهایی و در مطالعه حاضر تولیدکنندگان تجهیزات و شرکت ارائه‌دهنده خدمات ایفای نقش می‌نمایند؛ به عبارت دیگر، در مطالعات پیشین رابطه تولیدکنندگان با مصرف‌کنندگان مطرح است؛ در حالی که در پژوهش حاضر، رابطه بنگاه‌های تولیدکننده با بنگاه ارائه‌دهنده خدمات، تعیین‌کننده سازگاری خواهد بود.

پژوهش حاضر با وجود هزینه سازگاری صفر به نتیجه تعادل ناسازگار قطعات در تجهیزات تولیدی می‌رسد. در صورتی که هزینه سازگاری بیش از صفر باشد (که منطقی‌تر نیز است) هزینه تولید افزایش و بنابراین سود کاهش می‌یابد؛ از این رو، در حالت هزینه سازگاری بیش از صفر، نتیجه تعادل ناسازگار قطعات مستحکم‌تر نیز خواهد شد.

شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات بزرگ همانند شرکت‌های مخابراتی، معمولاً به‌طور مداوم در حال توسعه سرمایه‌های تولیدی خود هستند؛ از این‌رو، فروشندگان تجهیزات تولیدی ممکن است به منظور مشتری‌مداری و با انگیزه فروش آتی تجهیزات بیان شده، قیمت را تا میزان محاسبه‌شده در این پژوهش افزایش ندهند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر سازگاری قطعات در تجهیزات تولیدی را مورد بررسی قرار داد. به منظور تحلیل سازگاری قطعات بیان شده در زمان حال و پیش‌بینی وضعیت سازگاری قطعات در آینده، یک بازی سه مرحله‌ای طراحی شد که در آن در مرحله اول، بنگاه‌ها درباره سازگاری طراحی قطعات خود با قطعات تولید شده بنگاه‌های رقیب تصمیم می‌گیرند و در مرحله دوم، با مشخص بودن طراحی قطعات، بنگاه‌ها برای ورود به بازار و فروش تجهیزات خویش با هم به رقابت قیمت برتراند می‌پردازند. در مرحله سوم، بنگاه‌ها برای ارائه خدمات، با هم رقابت قیمتی دارند. نتایج نشان می‌دهد که ناسازگاری قطعات تعادل بازی ایستا با اطلاعات ناقص است. به عبارت واضح‌تر، بنگاه‌ها برای ایجاد قدرت انحصاری و از این طریق افزایش قیمت و سود خویش در ارائه خدمات پس از فروش، ناسازگاری را برمی‌گزینند.

در این راستا پیشنهاد می‌شود خریداران تجهیزات تولیدی در صورت امکان قبل از خرید، میزان خرابی تجهیزات تولیدی را برآورد نمایند و همزمان با خرید سیستم، قطعات مازاد به اندازه نرخ خرابی‌ها را بخرند تا هم بتوان از کاهش قیمت در مرحله رقابت قیمتی بهره برد و هم از افزایش‌های آتی قیمت قطعات در مرحله ارائه خدمات جلوگیری کرد. البته قابل ذکر است که خرید بیش از حد قطعات به دلیل تغییرات سریع تکنولوژی موجب عدم کارایی آتی قطعات و بنابراین افزایش هزینه و اتلاف منابع خواهد شد.

منابع

- سوری، علی (۱۳۹۱). نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن. انتشارات دانشگاه علوم اقتصادی، تهران.
- شای، آز (۱۳۹۳). سازمان صنعتی: نظریه و کاربردها. ترجمه: کیومرث شهبازی. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
- شهیکی‌تاش، محمدنبی، نوروزی، علی (۱۳۹۳). محاسبه پارامتریک شاخص لرنر و ارزیابی رقابت و درجه انحصار صنایع ایران. *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، ۳(۲۷): ۷۱-۸۹.
- عبدلی، قهرمان (۱۳۸٦). نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن(بازی های ایستا و پویا با اطلاعات کامل). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، تهران.
- عبدلی، قهرمان (۱۳۹۱). نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن(بازی‌های اطلاعات ناقص، تکاملی و همکارانه). انتشارات سمت، تهران.
- مس‌کالل، ای، وینستون، امدی، گرین، جی‌آر (۱۳۹٤). اقتصاد خرد (ترجمه: دشتبان‌فاروجی، مجید، جباری، امیر و فرامرزی، ایوب). انتشارات نور علم، تهران.
- Athanasopoulos, T. (2016). Compatibility, Intellectual Property, Innovation and Welfare in Durable Goods Markets with Network Effects. *CRESSE Conference*.
- Denicolo, V. (2000). Compatibility and bundling with generalist and specialist firms. *The Journal of Industrial Economics*, 48(2): 177-188.
- Economides, N. (1989). Desirability of compatibility in the absence of network externalities. *American Economic Review*, 79: 1165-1181.
- Economides, N. (1991). Compatibility and Market Structure for Network Goods. NYU Stern School of Business Discussion Paper No, 98-102.

- Economides, N., & White, L. J. (1994). Networks and Compatibility: Implications for Antitrust. *European Economic Review*, 38: 651-662.
- Farrell, J., & Saloner, G. (1985). Standardization, compatibility, and innovation. *Rand Journal of Economics*, 16(1):70-83.
- Farrell, J., & Saloner, G. (1992). Converters, Compatibility, and the Control of Interfaces. *Journal of Industrial Economics*, 40: 9-35.
- Farrell, J., & Simcoe, T. (2012). Four Paths to Compatibility. Oxford University Press.
- Gibbons, R. (1997). An Introduction to Applicable Game Theory. *Journal of Economic Perspective*, 11(1):127-149.
- Katz, M. L., & Shapiro, C. (1985). Network externalities, Competition, and Compatibility. *American Economic Review*, 75(3): 424-440.
- Katz, M. L., & Shapiro, C. (1994). Systems competition and network effects. *Journal of Economic Perspectives*, 8(2): 93-115.
- Li, J. (2017). Compatibility AND Investment in U.S. Electric Vehicle Market. *Environmental Economics and Policy Seminar*.
- Matutes, C., & Regibeau, P. (1988). "Mix and match": product compatibility without network externalities. *Rand Journal of Economics*, 19(2): 221-234.
- Sang-Hyun K., & Choi, J. P. (2015). Optimal Compatibility in Systems Markets. *Journal of Games and Economic Behavior*, 90(1): 106˚118.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی