



OUTSOURCING DECISION IN TWO COMPETING SUPPLY CHAINS IN THREE- DIMENSIONAL COMPETITIVE CONDITIONS

Ali Sadri Esfahani & Mohammad Bagher Fakhrzad*

Ali Sadri Esfahani, Department of Industrial Engineering, Yazd University

Mohammad Bagher Fakhrzad, Department of Industrial Engineering, Yazd University

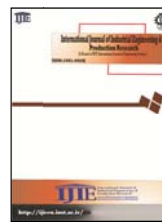
Keywords

Supply chain,
Competition,
Outsourcing

ABSTRACT

In the recent years, the competition among supply chain members has been shifted to competition between supply chains. The option of outsourcing decision-makings in supply chains has been ignored and moreover, due to the complexity of the analysis, multidimensional competition has not been considered in the literature. This paper considers a simultaneous joint three-dimensional competition and outsourcing decision in two competing supply chains. In this regard, we consider two supplier-manufacturer supply chains which offer a specific product. Each supply chain faces strong competitive pressure in terms of price, quality and service level. However, only one of the two supply chains is faced with the option of outsourcing decisions. We present a four-stage game-theoretic model to analyze the competitive behavior, and determine the equilibrium level of price, quality, service and outsourcing rate. Two numerical examples illustrate the sensitivity of the equilibrium solutions in respect with some key parameters.

© 2015 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 26, No. 3, All Rights Reserved



تأثیر برونسپاری در شرایط رقابت سه‌بعدی در دو زنجیره تأمین رقیب

علی صدری اصفهانی و محمدباقر فخرزاد*

چکیده:

در سالهای اخیر رقابت از بین اعضاء زنجیره تأمین فراتر رفته و به رقابت بین زنجیره‌ها بدل شده است. مطالعه تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری بین دو زنجیره تأمین رقیب همچنان در ادبیات مغفول مانده است. از طرفی به دلیل پیچیدگیهای تحلیل، به رقابت چند بعدی یعنی در نظر گرفتن بیش از دو بعد رقابت به صورت درونزا، نیز در ادبیات پرداخته نشده است. در این مقاله، به صورت یکپارچه، مسأله رقابت سه بعدی و تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری در دو زنجیره تأمین در نظر گرفته می‌شود. در این راستا، دو زنجیره تأمین رقیب در نظر گرفته می‌شوند بطوریکه با ارائه یک محصول همگن برای کسب سهمی از بازار به رقابت می‌پردازند. هر زنجیره تأمین از نظر سه بعد قیمت، کیفیت و سطح خدمت تحت فشار رقابتی می‌باشند. از طرفی یکی از زنجیره‌ها با مسأله برونسپاری نهاده مواجه است که بر اساس رفتار رقیب علاوه بر سه بعد مذکور در مورد نرخ برونسپاری نیز تصمیم‌گیری می‌نماید. برای تحلیل رفتار رقابتی دو زنجیره تأمین و یافتن تعادل نش بازی، یک مدل چهار مرحله‌ای ارائه می‌شود، بطوریکه بر اساس آن سطح کیفیت تعادلی، نرخ برونسپاری تعادلی، سطح خدمت تعادلی و قیمت تعادلی هر زنجیره تعیین می‌شود. در پایان برای تحلیل حساسیت جوابهای تعادلی نسبت برخی پارامترهای مدل، مثالهای عددی ارائه می‌شود.

کلمات کلیدی

زنجیره تأمین،
رقابت،
برونسپاری

۱. مقدمه

زنجیره تأمین می‌تواند به صورت سیستمی از تأمین‌کنندگان، سازندگان، توزیع‌کنندگان، خرده‌فروشان و مشتریان تعریف شود بطوریکه مواد خام را از حلقه پایین دستی زنجیره یعنی حلقه تأمین‌کنندگان به محصول نهایی مورد نیاز حلقه بالا دستی زنجیره یعنی مشتری نهایی تبدیل می‌سازد. در این سیستم اطلاعات در دو سوی زنجیره یعنی از تأمین‌کنندگان به سوی مشتری و بالعکس جریان دارد [۱].

بسیاری از محققان در مقالات خود واژه رقابت را متضاد همکاری مطرح نموده‌اند و بعضی دیگر رقابت را این‌گونه معنا کرده‌اند: تصمیمی که توسط یک طرف برای افزایش سود خود اتخاذ می‌گردد به نحوی که ممکن است سبب کاهش تقاضای طرف دیگر شود.

تاریخ وصول: ۹۲/۰۱/۱۸

تاریخ تصویب: ۹۲/۰۹/۰۲

علی صدری اصفهانی، دانشکده صنایع، دانشگاه یزد، ali.sadri@gmail.com
*نویسنده مسئول مقاله: دکتر محمدباقر فخرزاد، دانشکده صنایع، دانشگاه یزد، mfakhrzad@yazduni.ac.ir

تأکیدات اخیر بر روی مسأله رقابت و همکاری در زنجیره تأمین ناشی از تجدید حیات نظریه بازی‌ها به عنوان ابزاری قدرتمند برای تحلیل چنین تعاملاتی می‌باشد [۲]. در سالهای اخیر مقالات مروری متعددی در زمینه رقابت، همکاری و هماهنگی در زنجیره تأمین منتشر شده است. کاجون مروری بر مدل‌های بازی هماهنگی بوسیله قراردادهای ارائه نمود [۳]. کاجون و نتسین با بیان خلاصه‌ای از مفاهیم و سرفصل‌های نظریه بازیها، کاربرد هر کدام از سرفصل‌ها را در مدیریت زنجیره تأمین بررسی نمودند. آنها بازیها را به چهار دسته تقسیم کردند: (۱) بازیهای ایستای غیرهمکارانه، (۲) بازیهای پویا، (۳) بازیهای همکارانه (۴) بازیهای علامت‌دهی^۱، غربالی^۲ و بی‌بازی^۴. لنگ و پارلار، بیش از ۱۳۰ مقاله مرتبط با کاربردهای نظریه بازی در مدیریت زنجیره تأمین را مرور کردند. این کاربردها در پنج حوزه زیر طبقه‌بندی شده است: (۱) بازی‌های موجودی با هزینه واحد خرید ثابت^۴، (۲) بازی‌های موجودی با تخفیف مقداری^۵، (۳) رقابت برای تعیین مقدار تولید و قیمت‌گذاری^۶، (۴) رقابت بر سر سایر مشخصه‌ها مانند تصمیمات ظرفیت، کیفیت خدمت، کیفیت محصول، تبلیغات و معرفی محصول جدید، (۵) بازی با تصمیمات مشترک روی موجودی، مقدار تولید/

احتمالی است را مورد بررسی قرار داده‌اند [۳۰]. وو و همکاران مسأله رقابت در قیمت بین دو زنجیره تأمین متشکل از یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش در هر زنجیره و تولید یک نوع کالا را با رویکرد نظریه بازی‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند [۳۴]. حافظ‌الکتب و ماکویی به مطالعه رقابت بین دو زنجیره تأمین در شرایط عدم قطعیت تقاضا پرداخته‌اند. این زنجیره‌ها، در داخل زنجیره خود با رقابت در زمینه قیمت‌گذاری و در خارج زنجیره، با رقابت در زمینه قیمت‌گذاری و سطح خدمت، با ارائه یک محصول منفرد به بازار مواجه هستند. از آنجا که بنگاه‌ها طرز برخورد^۷ متفاوتی در مواجهه با عدم قطعیت تقاضا و ریسک‌های مرتبط دارند، ساختارهای ریسک متفاوتی برای زنجیره‌های تأمین در نظر گرفته می‌شود [۱]. ژای و همکاران به مطالعه بهبود کیفیت در دو زنجیره تأمین رقیب شامل یک تأمین‌کننده و یک سازنده پرداختند. هریک از زنجیره‌ها یک نوع کالا را با قیمت مشابه در یک بخش بازار ارائه می‌کنند، اما بر سر کیفیت با یکدیگر رقابت می‌کنند. در این مقاله با رویکرد بازی غیر همکارانه نش به بررسی تعادل در ۶ سناریوی مختلف از ترکیبات استراتژی بهبود کیفیت (توسط یک زنجیره یا هر دو) و ساختار زنجیره تأمین (هر دو زنجیره دارای ساختار متمرکز، هر دو دارای ساختار غیرمتمرکز و یکی متمرکز و دیگری غیر متمرکز) پرداخته شده است [۳۵].

از سوی دیگر در طول چند دهه گذشته، اقتصادهای دنیا به طور فزاینده‌ای به یکدیگر وابسته شده‌اند و سازمانها تحت فشار زیادی برای بیشینه‌سازی بهره‌وری و سودآوری خود قرار گرفته‌اند. خلق ارزش از طریق برونسپاری به عنوان یک استراتژی رقابتی رایج برای بنگاهها در اندازه‌های مختلف و در همه انواع مختلف صنایع پدیدار گشته است. بنگاهها برای بقاء در بازارهای داخلی و خارجی در پی یافتن فرصتهایی برای برونسپاری هستند [۳۶]. بنابراین برونسپاری در سالهای اخیر به عنوان یک پدیده رایج در دنیای صنعتی محسوب می‌شود [۳۷]. برونسپاری به عقد قرارداد با یک نهاد^۸ بیرونی برای اجرای یک فعالیت یا فرایند خاص برای بنگاه اشاره دارد [۳۸-۳۹]. مثالهایی از صنایعی که برونسپاری در آنها به عنوان یک ویژگی کلیدی در نظر گرفته می‌شود فراوان هستند. از جمله می‌توان به هواپیماسازی، خودروسازی، مخابرات و تلفن همراه و سیستمهای صوتی و تصویری اشاره نمود [۳۷-۴۰]. برونسپاری یک فعالیت در زنجیره ارزش بنگاه است که به موجب آن هنگامی که محصولات و خدمات به صورت کارا و اقتصادی توسط تأمین‌کنندگان بیرونی تولید می‌شود، مزیت رقابتی به دست می‌آید [۴۱-۴۳]. بطور کلی برونسپاری دارای این پتانسیل است تا تغییرات اساسی در زنجیره ارزش بنگاه ایجاد نماید [۳۶].

مقالات متعددی به بررسی برونسپاری در شرایط رقابتی پرداخته‌اند. کاچون و هارکر با ارائه دو بازی صف^۹ و بازی مقدار سفارش اقتصادی^۹ نشان دادند که اقتصاد مقیاس^{۱۰} یک انگیزه قوی برای برونسپاری در شرایط رقابتی است [۴۴]. برنستین و فدرگروان به

قیمت‌گذاری و مشخصه‌های دیگر [۲]. در سالهای اخیر مطالعات زیادی توسط محققان در هر یک از ۵ حوزه مطرح شده توسط لنگ و پارلار انجام شده است. در حوزه اول می‌توان به ژائو [۵]، کای و همکاران [۶] و چهارسوقی و حیدری [۷] اشاره نمود. در حوزه دوم لی و لیو [۸]، شین و بنتون [۹]، ژائو و همکاران [۱۰]، چن و ژائو [۱۱] و شاتانوس و همکاران [۱۲]، در حوزه سوم آون و فدرگروان [۱۳]، لنگ و ژو [۱۴] و اسماعیلی و زیفونسیکل [۱۵]، در حوزه چهارم هسیه و وو [۱۶]، چن و همکاران [۱۷] و توکتاس پالوت و اولنگین [۱۸]، ژای و وی [۱۹] و هسیه و لیو [۲۰] و در حوزه پنجم یائو و همکاران [۲۱]، یانگ و همکاران [۲۲]، سجادیه و همکاران [۲۳] و لیو و همکاران [۲۴] مطالعاتی را انجام داده‌اند.

باهینپیتی و همکاران مروری بر مکانیزم‌های هماهنگی و قراردادهای در زنجیره تأمین انجام داده‌اند [۲۵]. چان و چان بیش از صد مقاله در زمینه هماهنگی در زنجیره تأمین با در نظر گرفتن پویایی زنجیره را مورد بررسی قرار داده‌اند [۲۶]. نویسندگان، مقالات مرتبط با این موضوع را به دو دسته عمده رویکرد تحلیلی و رویکرد شبیه‌سازی تقسیم نموده‌اند. همچنین سرماه و همکاران [۲۷]، لی و ونگ [۲۸] و کاندا و دشموخ [۲۹] مروری بر هماهنگی در زنجیره تأمین انجام داده‌اند.

از طرف دیگر در سالهای اخیر، با پیشرفت فناوری و جهانی شدن اقتصاد، رقابت از بین اعضاء یک زنجیره فراتر رفته است و به رقابت بین زنجیره‌ها بدل شده است [۳۰]. بویاچی و گالیگو به بررسی رقابت بین دو زنجیره تأمین با یک عمده‌فروش و یک خرده‌فروش در هر زنجیره، پرداخته‌اند [۳۱]. در این مقاله فرض بر این است که محیط کسب و کار به دو زنجیره فشار می‌آورد تا قیمت‌های مشابهی را ارائه دهند و زنجیره‌ها برای سرویس‌دهی به مشتری به شدت با یکدیگر رقابت کنند. همچنین در این تحقیق عمده‌فروشان هر زنجیره، به صورت غیرمستقیم در بازار خرده‌فروشی رقابت می‌کنند و در واقع با ارائه خدمت بهتر می‌توانند باعث بهبود سطح سرویس‌دهی شده به مشتری توسط خرده‌فروش گردند. بدین ترتیب آنها می‌توانند سهم بازار بیشتری را برای زنجیره تأمین کسب نموده و در نتیجه میزان درآمد خود را افزایش دهند. ژانگ در مقاله خود مسأله رقابت و همکاری بین اعضاء یک زنجیره تأمین و همچنین مابین چند زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار داده است. او بیان می‌کند که در رقابت بین زنجیره‌های تأمین، زنجیره‌ای برنده خواهد بود که هزینه حاشیه‌ای کمتری داشته باشد [۳۲]. لیو و وانگ با استفاده از مفاهیم تئوری بازی‌ها به بررسی مسأله رقابت بین دو زنجیره تأمین پرداخته‌اند بطوریکه هر کدام از یک سازمان بالادستی و یک سازمان پایین‌دستی تشکیل شده‌اند. تقاضا در این دو زنجیره به صورت یک متغیر تصادفی در نظر گرفته شده است. همچنین، فرض شده است که در هر زنجیره، سازمان بالادستی زنجیره، رهبر و سازمان پایین‌دستی زنجیره، پیرو است [۳۳]. ژائو و یانگ در مقاله خود مسأله رقابت بین دو زنجیره تأمین در قیمت و سطح سرویس را در شرایطی که تابع تقاضای بازار

که به بررسی تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری در دو زنجیره تأمین رقیب بپردازد، علیرغم اهمیت آن در دنیای واقعی همچنان مغفول مانده است. شرکتها معمولاً معیارهای متعددی را برای ارزیابی تأمین‌کنندگان خود بکار می‌برند [۵۰-۵۲]. به عنوان نمونه می‌توان به شرکت متل^{۱۹} در صنعت اسباب بازی آمریکا اشاره نمود، بطوریکه اسباب بازی‌ها توسط طراحان و سازندگان آمریکایی طراحی و پردازش می‌شود و سپس با انتقال دانش تولید آن به پیمانکار جزء چینی، در چین تولید و با نشان تجاری آمریکایی در بازار داخلی آمریکا به فروش می‌رسد. انگیزه اصلی متل از برونسپاری، تولید محصولات با هزینه کمتر و کاهش هماهنگی‌های مدیریتی می‌باشد. اما آنچه مهم است این است که هزینه کمتر، می‌تواند منجر به کاهش کیفیت شود. در واقع شرکت سازنده چینی انگیزه کافی برای رعایت کامل استانداردهای کیفی ندارد و این کاهش کیفیت، مسلماً فروش و سودآوری متل را تحت الشعاع قرار می‌دهد. بنابراین متل در تصمیمات برونسپاری خود هر دو بعد قیمت و کیفیت را لحاظ می‌کند [۴۹]. همانطور که بیان شد، در سالهای اخیر رقابت از بین اعضای زنجیره به رقابت بین زنجیره‌ها بدل شده است. به عنوان نمونه، شرکت‌های دل^{۲۰} و اچ‌پی^{۲۱} در صنعت کامپیوتر که به عنوان دو زنجیره تأمین رقیب مطرح هستند، برخی از زیر سیستمها و مولفه‌های محصولات خود از جمله مانیتور، مادربورد و قطعات الکترونیکی را برونسپاری می‌کنند [۵۳]. مسلماً این شرکتها با مسأله‌ای مشابه متل روبرو هستند، یعنی لازم است ابعاد مختلفی را در تصمیمات برونسپاری خود در نظر بگیرند. از طرفی در نظر گرفتن فضای استراتژی چند بعدی به طور معناداری تحلیل شرایط تعادلی را پیچیده می‌کند بطوریکه تاکنون در ادبیات موضوع بیش از دو بعد رقابت در نظر گرفته نشده است [۴۰]. بنابراین، در این مقاله، دو زنجیره تأمین رقیب در نظر گرفته می‌شود که در یک بخش بازار به ارائه یک محصول مشابه می‌پردازند. در مدل پیشنهادی فرض بر این است که این دو زنجیره با یک فضای استراتژی سه بعدی رقابتی در زمینه قیمت، کیفیت و سطح خدمت مواجه هستند و یکی از زنجیره‌ها در پی تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری می‌باشد. در این مقاله با ارائه یک بازی غیر همکارانه نش ۴ مرحله‌ای به تحلیل رفتار تعادلی زنجیره‌ها، تحت شرایط بیان شده، پرداخته می‌شود.

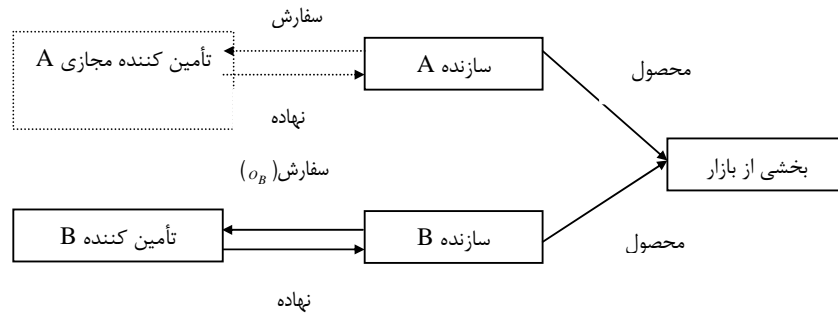
۲. تشریح مسأله و مدل پیشنهادی

در یک بخش بازار دو زنجیره تأمین رقیب به ارائه یک محصول مشابه می‌پردازند و دو زنجیره با یک فضای استراتژی سه بعدی در زمینه قیمت، کیفیت و سطح خدمت مواجه هستند. در این مقاله جریان کسب و کار دو زنجیره تأمین رقیب، مشابه ژای و همکاران [۳۵] در نظر گرفته می‌شود و بر اساس شرایط مدل پیشنهادی (شکل ۱)، تعدیل می‌شود.

مطالعه رقابت بین خرده‌فروشان مستقل در یک زنجیره تأمین دو سطحی پرداختند به نحوی که همه خرده‌فروشان با یک تأمین‌کننده در ارتباط هستند. در مدل ارائه شده خرده‌فروشان بر سر قیمت و سطح خدمت به صورت فراوانی در دوره‌های بدون کمبود، رقابت می‌کنند. آنها نشان دادند در هر دو حالتی که سطح خدمت به صورت برونزا یا درونزا در نظر گرفته می‌شود، هماهنگی بین خرده‌فروشان و تأمین‌کنندگان می‌تواند به قیمت و سطح خدمت تعادلی منتج شود [۴۵]. دویه و همکاران با استفاده از تئوری بازی‌ها به مطالعه تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری فعالیت‌های مرتبط با فناوری اطلاعات^{۱۱} در تجارت الکترونیک^{۱۲} پرداخته‌اند.

آنها اثر برونسپاری بر سود تعادلی بنگاههای رقیب را مورد مطالعه قرار داده و شرایطی برای پارامترهای مدل از جمله هزینه تولید در خانه^{۱۳}، هزینه تأمین به صورت برونسپاری، توزیع تقاضا، کیفیت خدمت و ... برای حالتی که برونسپاری سودآورتر از تولید در خانه باشد را ارائه داده‌اند. آنها قیمت و کیفیت خدمت را به عنوان متغیرهای درونزای مدل در نظر گرفته‌اند [۴۶]. آریا و همکاران نشان داده‌اند که در حالت انحصار دو جانبه^{۱۴} که در آن دو تولیدکننده محصول مشابهی را ارائه می‌دهند، در شرایطی که تولیدکنندگان یکی از نهاده‌ها را برونسپاری نمایند همان نتایج رقابت قیمتی برتراند^{۱۵} و رقابت مقداری کورنو^{۱۶} همچنان معتبر است. تحت شرایط برونسپاری رقابت قیمتی نسبت به رقابت مقداری منجر به قیمت بالاتر، سود بالاتر صنعت، مزاد مصرف‌کننده کمتر و مزاد صنعت کمتر خواهد شد [۴۷]. نی و همکاران دو مدل بازی بر پایه هزینه تولید و اقتصاد محدوده^{۱۷} با شرایطی که دو بنگاه رقیب، یک خدمت را به یک تأمین‌کننده برونسپاری نمایند ارائه نموده‌اند [۴۸]. بانی و همکاران شرایطی را مدلسازی کرده‌اند که یک سازمان تحت فشار هزینه و کیفیت، محصولی را برونسپاری می‌کند. در این مقاله تصمیمات برونسپاری، تحت تأثیر رفتار رقیب (استراتژی کیفیت رقیب)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شده است. محققان در این مقاله یک مدل بازی سه مرحله‌ای برای تعیین قیمت، تصمیمات برونسپاری (تعیین نرخ برونسپاری) و سرمایه‌گذاری بر روی کیفیت پیشنهاد نموده‌اند [۴۹]. جین و رایان خریداری را در نظر گرفتند که ساخت یک محصول را به چندین تأمین‌کننده متقارن ساخت برای انبارش، برونسپاری می‌کنند. تأمین‌کنندگان بر سر قیمت و خدمت با یکدیگر رقابت می‌کنند. خریدار تقاضا را بر اساس یک تابع امتیاز نمایی^{۱۸} جهت در نظر گرفتن اهمیت قیمت نسبت به خدمت به منظور کمینه‌سازی هزینه، به تأمین‌کنندگان تخصیص می‌دهد. تأمین‌کنندگان نیز سطح قیمت و خدمت را طوری تعیین می‌کنند که سود خود را بیشینه نمایند و سهم بیشتری از تقاضای خریدار را جذب نمایند [۴۰].

همانطور که بیان شد، تاکنون مطالعات زیادی در زمینه رقابت و برونسپاری در ادبیات زنجیره تأمین انجام شده است. اما مطالعاتی



شکل ۱. جریان کسب و کار دو زنجیره تأمین رقیب مدل پیشنهادی

O_B : بخشی از نهاده که توسط سازنده B به تأمین‌کننده B برونسپاری می‌شود که از این پس نرخ برونسپاری نامیده می‌شود. در این مقاله در متغیرها و پارامترهای فوق $i \in \{A, B\}$ می‌باشد. در این مقاله مدل و بقیه متغیرها برونزا هستند. تابع تقاضای اولیه برای محصول نهایی هر زنجیره تأمین تابعی از p_i ، x_i و s_i می‌باشد. در این مقاله، با تعمیم تابع تقاضای در نظر گرفته شده توسط محققین در ادبیات اقتصاد، بازاریابی و مدیریت عملیات از جمله بنکر و همکاران [۵۵]، تسی و آگراوال [۵۴] و ژای و همکاران [۳۵] تابع تقاضا به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$D_i(p_i, p_j, x_i, x_j, s_i, s_j) = k_i a - b_p p_i + \theta_p (p_j - p_i) + b_x x_i - \theta_x (x_j - x_i) + b_s s_i - \theta_s (s_j - s_i) \quad (1)$$

در این رابطه $k_i a$ سهم سازنده i از تقاضای ذاتی^{۲۳} بازار است که $k_A + k_B = 1$. همچنین b_p ، b_x و b_s به ترتیب حساسیت تقاضای هر سازنده به قیمت، کیفیت و سطح خدمت و θ_p ، θ_x و θ_s به ترتیب شدت رقابت دو زنجیره تأمین در قیمت، کیفیت و سطح خدمت می‌باشد.

انگیزه سازنده برای برونسپاری این است که تأمین‌کننده، نهاده را با هزینه کمتر و کارایی بیشتر تولید می‌کند. به عبارت دیگر تأمین‌کننده در تولید نهاده تخصص^{۲۴} دارد. در غیر اینصورت هیچ بنگاهی نهاده، کالا و یا فرایندی را برونسپاری نمی‌کند [۴۹]. از طرفی بنگاه برونسپاری‌کننده با دو هزینه اجتناب‌ناپذیر مواجه است. اولین هزینه، هزینه عملکرد کیفیت انتظاری^{۲۵} می‌باشد که علت آن دشواری هماهنگی‌های مدیریتی و از نظر افتادن برخی ملاحظات کیفیتی در قرارداد برونسپاری است. دومین هزینه، هزینه نظارت است که علت آن کسب اطمینان از تولید نهاده، مطابق با مشخصات فنی مورد انتظار بنگاه برونسپاری‌کننده می‌باشد [۴۹]. بنابراین می‌توان چنین در نظر گرفت که افزایش نرخ برونسپاری اثر منفی روی تقاضای بنگاه برونسپاری‌کننده و اثر مثبت روی تقاضای بنگاه دیگر دارد. لذا تابع تقاضای محصول نهایی زنجیره تأمین A و B با در نظر گرفتن تصمیم برونسپاری، به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

در مدل پیشنهادی فرض بر این است که سازندگان A و B از یک نوع نهاده برای تولید محصول استفاده می‌کنند. چنین فرض می‌شود که سازنده A، تمام نهاده را به صورت در خانه تولید می‌کند و با پردازش بر روی آن محصول نهایی را تولید می‌کند. اما سازنده B بخشی از نهاده (O_B) را به تأمین‌کننده B برونسپاری می‌کند و بخش دیگر نهاده ($1 - O_B$) را به صورت در خانه تولید می‌نماید. برای سادگی تحلیل فرض می‌شود که سازنده A نیز تولید تمام نهاده را به یک تأمین‌کننده فرضی A برونسپاری می‌کند که با سازنده A یکپارچگی عمودی دارد. به عبارت دیگر زنجیره تأمین A به صورت متمرکز و زنجیره تأمین B به صورت غیرمتمرکز مدیریت می‌شود. لازم به ذکر است در این مقاله برای سادگی، همانند تسی و آگراوال [۵۴] ارتباط بین سطح خدمت و سیاست‌های پایه موجودی نادیده گرفته شده است. سطح کیفیت به صورت سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه^{۲۲} (R&D) و سطح خدمت به صورت سرمایه‌گذاری در زمینه خدمات پس از فروش در نظر گرفته می‌شود.

پارامترها و متغیرهای تصمیم مدل پیشنهادی عبارتند از:

p_i : قیمت محصول نهایی تولید شده توسط سازنده i

x_i : سطح کیفیت محصول نهایی تولید شده توسط سازنده i

s_i : سطح خدمت سازنده i

W_i : هزینه تولید نهاده به صورت در خانه توسط سازنده i

W_o : قیمت عمده فروشی نهاده تأمین‌کننده B

V_o : هزینه متغیر تولید یک واحد نهاده توسط تأمین‌کننده B

f_o : هزینه ثابت تولید نهاده توسط تأمین‌کننده B

V_i : هزینه متغیر تولید یک واحد محصول نهایی توسط سازنده i

f : هزینه ثابت تولید محصول نهایی سازندگان

E_q : هزینه متغیر وابسته به کیفیت سازندگان

ϕ_q : هزینه ثابت وابسته به کیفیت سازندگان

E_s : هزینه متغیر وابسته به خدمت سازندگان

ϕ_s : هزینه ثابت وابسته به خدمت سازندگان

$$D_i(p_i, p_j, x_i, x_j, s_i, s_j, O_B) = k_i a - b_p p_i + \theta_p (p_j - p_i) + b_x x_i - \theta_x (x_j - x_i) + b_s s_i - \theta_s (s_j - s_i) + \alpha O_B; i = A, j = B \quad (2)$$

$$D_i(p_i, p_j, x_i, x_j, s_i, s_j, O_B) = k_i a - b_p p_i + \theta_p (p_j - p_i) + b_x x_i - \theta_x (x_j - x_i) + b_s s_i - \theta_s (s_j - s_i) - \alpha O_B; i = B, j = A \quad (3)$$

در روابط (۲) و (۳)، α اثر حاشیه‌ای نرخ برونسپاری بر تقاضا می‌باشد. هزینه ثابت وابسته به کیفیت، وقتی که سطح کیفیت x_i انتخاب شود، طبق تاگارس و لی [۵۶]، بنکر و همکاران [۵۵] و ژای و همکاران [۳۵] به صورت $\phi_q x_i^{\gamma}$ و باتعمیم آن هزینه ثابت خدمت

در روابط (۲) و (۳)، α اثر حاشیه‌ای نرخ برونسپاری بر تقاضا می‌باشد. هزینه ثابت وابسته به کیفیت، وقتی که سطح کیفیت x_i انتخاب شود، طبق تاگارس و لی [۵۶]، بنکر و همکاران [۵۵] و ژای و همکاران [۳۵] به صورت $\phi_q x_i^{\gamma}$ و باتعمیم آن هزینه ثابت خدمت

$$\pi_A = (p_A - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A)(D_A) - \phi_q x_A^{\gamma} - \phi_s s_A^{\gamma} - f \quad (4)$$

$$\pi_B = (p_B - (1 - O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B)(D_B) - \phi_q x_B^{\gamma} - \phi_s s_B^{\gamma} - f - \gamma O_B^{\gamma} \quad (5)$$

۳. تشریح رویکرد حل مسأله

برای حل مسأله برونسپاری، تحلیل رفتار زنجیره‌ها و یافتن تعادل نش، یک بازی ۴ مرحله‌ای به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

مرحله ۱: هر دو سازنده A و B، سطح کیفیت خود را انتخاب می‌کنند.

مرحله ۲: سازنده B، نرخ برونسپاری را انتخاب می‌کند.

مرحله ۳: هر دو سازنده A و B، سطح خدمت خود را انتخاب می‌کنند.

مرحله ۴: هر دو سازنده A و B، در مورد سطح قیمت تصمیم‌گیری می‌کنند.

برای حل مسأله، از مرحله ۴ آغاز می‌کنیم. یعنی دو سازنده بر اساس سطح کیفیت، سطح خدمت و نرخ برونسپاری داده شده، برای تعیین قیمت رقابت می‌کنند. به عبارت دیگر، دو سازنده با یک مسأله قیمت‌گذاری صرف مواجهند.

تابع سود تأمین‌کننده B نیز به صورت زیر است:

$$\pi_{supplierB} = O_B (w_o - v_o) (D_B) - f_o \quad (6)$$

بنابراین تابع سود زنجیره تأمین A، $\pi_{supply-chainA}$ ، برابر π_A و تابع سود زنجیره تأمین B، $\pi_{supply-chainB}$ ، برابر $\pi_B + \pi_{supplierB}$ است.

در رابطه (۵)، γO_B^{γ} هزینه نظارت بر کیفیت است که بر اساس مقاله بائی و همکاران [۴۹] به صورت تابعی درجه دو از نرخ برونسپاری در نظر گرفته می‌شود. در مدل پیشنهادی هدف هر بنگاه تصمیم‌گیری در مورد قیمت، کیفیت و سطح خدمت به منظور بیشینه‌سازی سود است.

$$\frac{\partial \pi_A}{\partial p_A} = k_A a - b_p p_A + \theta_p (p_B - p_A) + b_x x_A - \theta_x (x_B - x_A) + b_s s_A - \theta_s (s_B - s_A) + \alpha O_B - (p_A - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A)(b_p + \theta_p) = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial p_B} = k_B a - b_p p_B + \theta_p (p_A - p_B) + b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) + b_s s_B - \theta_s (s_A - s_B) - \alpha O_B - (p_B - (1 - O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B)(b_p + \theta_p) = 0 \quad (8)$$

$$\pi_A^* = \left(\frac{2\theta_p (b_p + \theta_p) G_2 + G_1}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} - w_A - V_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A \right) (D_A^*) - \phi_q x_A^{\gamma} - \phi_s s_A^{\gamma} - f \quad (11)$$

با تعریف G_1 و G_2 و با شرط $0 < \theta_p < 1$ و حل همزمان روابط (۷) و (۸) داریم:

$$p_A^* = \frac{2\theta_p (b_p + \theta_p) G_2 + G_1}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \quad (9)$$

$$p_B^* = \frac{2(b_p + \theta_p) G_2 + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^2} \quad (10)$$

با جایگذاری (۹) و (۱۰) در (۴) و (۵) داریم:

$$\pi_B^* = \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} - (1 - O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B \right) (D_B^*) - \quad (12)$$

$$\phi_q x_B^\gamma - \phi_s s_B^\gamma - f - \gamma O_B^\gamma$$

$$D_B^* = k_B a - (b_p + \theta_p) \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + \theta_p \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} \right) + \quad (14)$$

$$b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) + b_s s_B - \theta_s (s_A - s_B) - \alpha O_B$$

در روابط (۱۱) و (۱۲)، D_B^* و D_A^* با جایگذاری (۹) و (۱۰) در توابع تقاضا بدست می‌آیند.

در مرحله ۳، سازندگان A و B با بیشینه‌سازی (۱۱) و (۱۲) نسبت به s_A و s_B سطح خدمت خود را انتخاب می‌نمایند.

$$D_A^* = k_A a - \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)} \right) + \theta_p \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + \quad (13)$$

$$b_x x_A - \theta_x (s_B - s_A) + b_s s_A - \theta_s (s_B - s_A) + \alpha O_B$$

با تعریف G_γ و G_γ داریم:

$$\frac{\partial \pi_A^*}{\partial s_A} = G_\gamma \left(k_A a - \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)} \right) + \theta_p \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + \right. \quad (15)$$

$$\left. b_x x_A - \theta_x (s_B - s_A) + b_s s_A - \theta_s (s_B - s_A) + \alpha O_B \right) +$$

$$G_\gamma \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A \right) - \gamma \phi_s s_A = \cdot$$

با تعریف G_δ و G_δ داریم:

$$\frac{\partial \pi_B^*}{\partial s_B} = G_\delta \left(k_B a - (b_p + \theta_p) \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + \theta_p \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} \right) + \right. \quad (16)$$

$$\left. b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) + b_s s_B - \theta_s (s_A - s_B) - \alpha O_B \right) + G_\delta \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} - \right.$$

$$\left. (1 - O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B \right) - \gamma \phi_s s_B = \cdot$$

با تعریف G_γ ، G_λ ، G_γ ، G_γ ، G_γ و ساده‌سازی (۱۵) داریم:

$$(G_\gamma G_\gamma + G_\gamma G_\gamma - G_\gamma \theta_s) s_B + (G_\gamma G_\lambda + G_\gamma G_\gamma + G_\gamma (b_s + \theta_s) - G_\gamma \varepsilon_s - \gamma \phi_s) s_A = \quad (17)$$

$$-G_\gamma \left(k_A a - \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)} \right) + b_x x_A - \theta_x (x_B - x_A) + \alpha O_B \right)$$

$$G_\gamma \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A \right)$$

با تعریف G_{15} ، G_{14} ، G_{13} ، G_{12} و ساده‌سازی (۱۶) داریم:

$$(G_\delta G_{12} + G_\delta G_{14} - G_\delta \varepsilon_s - \gamma \phi_s) s_B + (G_\delta G_{13} + G_\delta G_{15} + G_\delta (b_s + \theta_s) - G_\delta \theta_s) s_A = -G_\delta (k_B a - (b_p + \theta_p) \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + \quad (18)$$

$$\theta_p \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + G_1}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} \right) + b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) - \alpha O_B) - G_\delta \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p)G_\gamma + \theta_p G_1}{1 - \theta_p^\gamma} - (1 - O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B \right)$$

$$s_A^* = \frac{G_{16}G_{21} - G_{18}G_{20}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \quad (19)$$

$$s_B^* = \frac{G_{17}G_{21} - G_{19}G_{20}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \quad (20)$$

با جایگذاری (۱۹) و (۲۰) در (۱۱) و (۱۲) تابع سود سازندگان A و B بر حسب سطوح کیفیت و نرخ برونسپاری به صورت زیر در می‌آید:

با ساده‌سازی و حل همزمان (۱۷) و (۱۸) داریم:

$$G_{16} = G_3G_{17} + G_4G_9 - G_5\theta_s$$

$$G_{17} = G_3G_{18} + G_4G_9 + G_5(b_s + \theta_s) - G_6\varepsilon_s - 2\phi_s$$

$$G_{18} = G_5G_{13} + G_6G_{14} - G_6\varepsilon_s - 2\phi_s$$

$$G_{19} = G_5G_{13} + G_6G_{15} + G_5(b_s + \theta_s) - G_5\theta_s$$

با تعریف سمت راست رابطه (۱۷) و (۱۸) به عنوان G_{21} و G_{20} .

مقادیر s_A^* و s_B^* به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\pi_A^{**} = \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G'_1 + G'_1}{2(1-\theta_p)(b_p + \theta_p)} - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A^* \right) (D_A^{**}) - \phi_q x_A^2 - \phi_s s_A^{*2} - f \quad (21)$$

$$\pi_B^{**} = \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G'_1 + \theta_p G'_1}{1-\theta_p} - (1-O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B^* \right) (D_B^{**}) - \phi_q x_B^2 - \phi_s s_B^{*2} - f - \gamma O_B^2 \quad (22)$$

در روابط (۲۱) و (۲۲) G'_1 و G'_2 با جایگزینی s_A^* و s_B^* به ترتیب در G_1 و G_2 به دست می‌آید و D_A^{**} و D_B^{**} به شرح زیر است:

$$D_A^{**} = k_A a - \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G'_1 + G'_1}{2(1-\theta_p)} \right) + \theta_p \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G'_1 + \theta_p G'_1}{1-\theta_p} \right) + b_x x_A - \theta_x(x_B - x_A) + b_s s_A^* - \theta_s(s_B^* - s_A^*) + \alpha O_B \quad (23)$$

$$D_B^{**} = k_B a - (b_p + \theta_p) \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G'_1 + \theta_p G'_1}{1-\theta_p} \right) + \theta_p \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G'_1 + G'_1}{2(1-\theta_p)(b_p + \theta_p)} \right) + b_x x_B - \theta_x(x_A - x_B) + b_s s_B^* - \theta_s(s_A^* - s_B^*) - \alpha O_B \quad (24)$$

در مرحله ۲، سازنده B در مورد نرخ برونسپاری تصمیم‌گیری می‌کند. با تعریف $G_{25}, G_{24}, G_{23}, G_{22}$ داریم:

$$\frac{\partial \pi_B^{**}}{\partial O_B} = \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G_{24} + \theta_p G_{25}}{1-\theta_p} - \varepsilon_s \left(\frac{G_{17}G_{22} - G_{19}G_{23}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) - w_o + w_B \right) (D_B^{**}) + [- (b_p + \theta_p) \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G_{24} + \theta_p G_{25}}{1-\theta_p} \right) + \theta_p \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G_{24} + G_{25}}{2(1-\theta_p)(b_p + \theta_p)} \right) + (b_s + \theta_s)(G_{24} - (b_p + \theta_p)(w_o - w_B))]^* \quad (25)$$

$$\left[\frac{2(b_p + \theta_p)G'_1 + \theta_p G'_1}{1-\theta_p} - (1-O_B)w_B - O_B w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B^* \right] = 0$$

$$s_B^* = s_B^* - \left(\frac{G_{17}G_{24} - G_{19}G_{23}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) O_B, \quad s_A^* = s_A^* - \left(\frac{G_{16}G_{24} - G_{18}G_{23}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right) O_B$$

داریم: G_{30}, G_{31}, G_{32} و G_{33}

$$O_B^* = -\frac{G_{20}}{G_{22}} [k_B a - (b_p + \theta_p) \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G'_1 + \theta_p G'_1}{1-\theta_p} \right) + \theta_p \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G'_1 + G'_1}{2(1-\theta_p)(b_p + \theta_p)} \right) + b_x x_B - \theta_x(x_A - x_B) + b_s s_B^* - \theta_s(s_A^* - s_B^*)] - \quad (26)$$

$$\frac{G_{21}}{G_{22}} \left[\frac{2(b_p + \theta_p)G'_1 + \theta_p G'_1}{1-\theta_p} - w_B - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B^* \right]$$

در مرحله ۱ هر یک از سازندگان A و B با بیشینه‌سازی توابع سود خود، در مورد سطح کیفیت تصمیم‌گیری می‌نمایند.

$$\pi_A^{***} = \left(\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) G_p''' + G_p'''}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A \right) (D_A^{***}) - \phi_q x_A^\gamma - \phi_s s_A^{**\gamma} - f \quad (27)$$

$$\pi_B^{***} = \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p) G_p''' + \theta_p G_p'''}{1 - \theta_p^\gamma} - (1 - O_B^*) w_B - O_B^* w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B \right) (D_B^{***}) - \phi_q x_B^\gamma - \phi_s s_B^{**\gamma} - f - \gamma O_B^{*\gamma} \quad (28)$$

در روابط (27) و (28) G_p''' و G_p'' ، s_B^{**} ، s_A^{**} به ترتیب با جایگزینی O_B^* در s_B^* ، s_A^* ، G_p' و G_p'' به دست می‌آیند و D_A^{***} و D_B^{***} به شرح زیر هستند:

$$D_A^{***} = k_A a - \left(\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) G_p'' + G_p''}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)} \right) + \theta_p \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p) G_p'' + \theta_p G_p''}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + b_x x_A - \theta_x (x_B - x_A) + b_s s_A^{**} - \theta_s (s_B^{**} - s_A^{**}) + \alpha O_B^* \quad (29)$$

$$D_B^{***} = k_B a - (b_p + \theta_p) \left(\frac{\gamma(b_p + \theta_p) G_p'' + \theta_p G_p''}{1 - \theta_p^\gamma} \right) + \theta_p \left(\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) G_p'' + G_p''}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} \right) + b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) + b_s s_B^{**} - \theta_s (s_A^{**} - s_B^{**}) - \alpha O_B^* \quad (30)$$

تابع بهترین پاسخ، با حل همزمان مشتق سود هریک از سازندگان نسبت به سطح کیفیت خود به دست می‌آید. با تعریف $G_{3\Delta}$ ، $G_{3\Gamma}$ ، $G_{3\Theta}$ و $G_{3\Phi}$ داریم:

$$\frac{\partial \pi_A^{***}}{\partial x_A} = \left[\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) (G_{3\Delta} + G_{3\Gamma} G_{3\Theta}) + G_{3\Gamma} + G_{3\Theta} G_{3\Phi}}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} - \varepsilon_q - \varepsilon_s \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) (D_A^{***}) \right] + \left(\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) (G_{3\Delta} + G_{3\Gamma} G_{3\Theta}) + (\gamma \theta_p^\gamma + 1) (G_{3\Gamma} + G_{3\Theta} G_{3\Phi})}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)} \right) + b_x + \theta_x + (b_s + \theta_s) \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) G_{3\Theta} - \theta_s \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) G_{3\Theta} + \alpha G_{3\Theta} \left(\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) G_p'' + G_p''}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} - w_A - v_A - \varepsilon_q x_A - \varepsilon_s s_A \right) - \gamma \phi_q x_A - \gamma \phi_s \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) s_A^{**} \quad (31)$$

با تعریف $G_{3\Delta}$ ، $G_{3\Gamma}$ ، $G_{3\Theta}$ ، $G_{3\Phi}$ ، $G_{3\Gamma}$ و $G_{3\Theta}$ داریم:

$$\frac{\partial \pi_B^{***}}{\partial x_B} = \left[\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) (G_{3\Delta} + G_{3\Gamma} G_{3\Theta}) + G_{3\Gamma} + G_{3\Theta} G_{3\Phi}}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} + (w_B + w_o) G_{3\Theta} - \varepsilon_q - \varepsilon_s \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) (D_B^{***}) \right] + \left[-(b_p + \theta_p) \frac{(b_p + \theta_p) (G_{3\Delta} + G_{3\Gamma} G_{3\Theta}) + \theta_p (G_{3\Gamma} + G_{3\Theta} G_{3\Phi})}{1 - \theta_p^\gamma} \right] + \theta_p \frac{\gamma(b_p + \theta_p) \theta_p (G_{3\Delta} + G_{3\Gamma} G_{3\Theta}) + (G_{3\Gamma} + G_{3\Theta} G_{3\Phi})}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} + b_x + \theta_x + (b_s + \theta_s) \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) G_{3\Theta} - \theta_s \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) G_{3\Theta} - \alpha G_{3\Theta} \left(\frac{\gamma \theta_p (b_p + \theta_p) G_p'' + \theta_p G_p''}{\gamma(1 - \theta_p^\gamma)(b_p + \theta_p)} - (1 - O_B^*) w_B - O_B^* w_o - v_B - \varepsilon_q x_B - \varepsilon_s s_B \right) - \gamma \phi_q x_B - \gamma \phi_s \left(\frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} + \frac{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}}{G_{3\Gamma} G_{3\Theta} - G_{3\Delta} G_{3\Phi}} \right) s_B^{**} \quad (32)$$

می‌یابد، به طوری که به دلیل روابط تودرتو و پیچیده برای مقادیر تعادلی، عملاً این روابط بینش خاصی برای محققان و مدیران به دست نمی‌دهد. بنابراین تحلیل حساسیت مقادیر تعادلی نسبت به برخی پارامترهای کلیدی مدل، به صورت عددی ضروری به نظر می‌رسد.

۴-۱. تحلیل حساسیت مقادیر تعادلی مدل نسبت به اثر حاشیه‌ای نرخ برونسپاری بر تقاضا (α)

در این بخش برای بررسی اثر α بر روی مقادیر تعادلی کیفیت، نرخ برونسپاری، سطح خدمت و قیمت هر یک از سازندگان، سایر پارامترهای مدل به صورت زیر ثابت در نظر گرفته می‌شود. در جداول ۱ و ۲ به ترتیب مقادیر تعادلی کیفیت، نرخ برونسپاری،

از آنجا که روابط (31) و (32) از نظر جبری بسیار پیچیده است، تلاش برای یافتن یک عبارت صریح ریاضی برای سطوح کیفیت منطقی نمی‌باشد بنابراین می‌توان با تحلیل عددی جواب را به دست آورد. لازم به ذکر است برای اطمینان از جواب بهینه به دست آمده در مقدار بیشینه توابع، لازم است شرط مرتبه دوم توابع سود، $\frac{\partial^2 \pi_A^{***}}{\partial x_A^2} < 0$ و $\frac{\partial^2 \pi_B^{***}}{\partial x_B^2} < 0$ ، نیز تست شود که با توجه به پیچیدگی عبارات، از ذکر توابع مزبور در این مقاله صرفنظر شده است.

۴. آزمایش عددی و تحلیل حساسیت

همانطور که ذکر شد و در بخش قبل مشاهده گردید پیچیدگی تحلیل وضعیت رقابتی با افزایش ابعاد رقابت تا حد زیادی افزایش

سطح خدمت، قیمت و سود سازندگان به ازای تقاضای ذاتی بازار ($a = 500$ و 15 نشان داده شده است.

$$k_A = 0.4; k_B = 0.6; b_p = 2; \theta_p = 0.8; b_x = 1.5; \theta_x = 0.9; b_s = 1.5; \theta_s = 0.8; f = 50; f_o = 50; w_A = 6; w_B = 10; w_o = 6; v_o = 5;$$

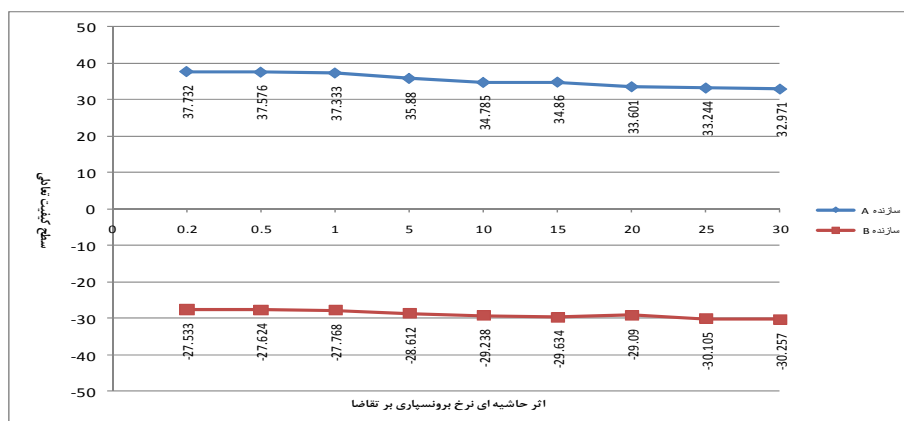
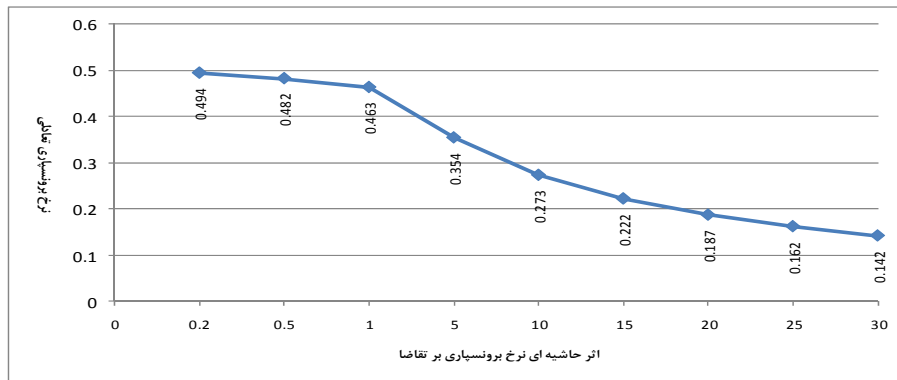
$$v_A = 3; v_B = 3; \varepsilon_q = 0.5; \varepsilon_s = 0.5; \phi_q = 5; \phi_s = 5; \gamma = 1$$

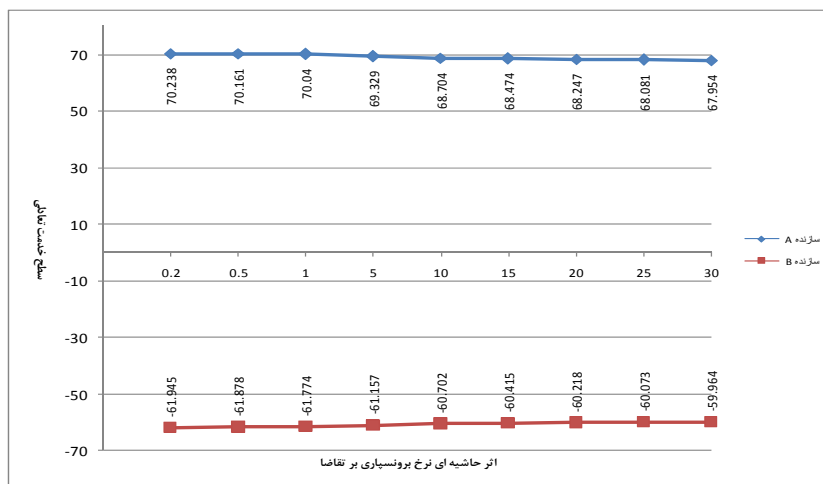
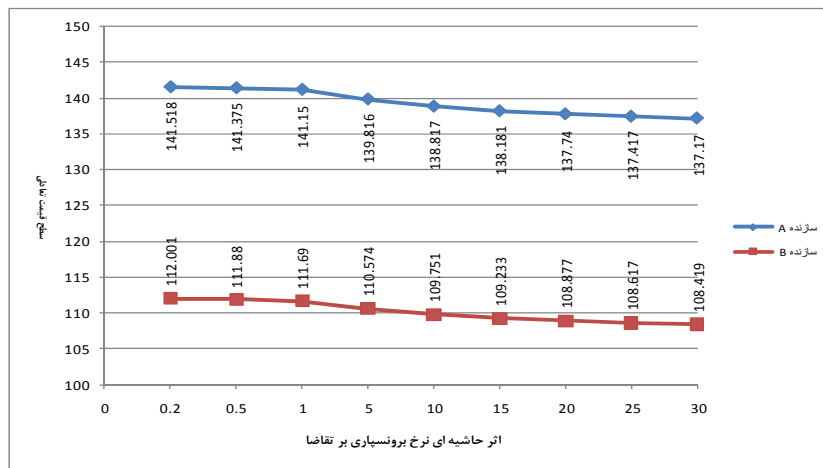
جدول ۱. تحلیل حساسیت مقادیر تعادلی مدل نسبت به α ($a = 500$)

α	0.2	0.5	1	5	10	15	20	25	30
X_A^*	37.732	37.576	37.333	35.880	34.785	34.860	33.601	33.244	32.971
X_B^*	-27.533	-27.624	-27.768	-28.612	-29.238	-29.634	-29.090	-30.105	-30.257
S_A^*	70.238	70.161	70.040	69.329	68.704	68.474	68.247	68.081	67.954
S_B^*	-61.945	-61.878	-61.774	-61.157	-60.702	-60.415	-60.218	-60.073	-59.964
p_A^*	141.518	141.375	141.150	139.816	138.817	138.181	137.740	137.417	137.170
p_B^*	112.001	111.880	111.690	110.574	109.751	109.233	108.877	108.617	108.419
π_A^*	-14567.340	-14466.396	-14308.898	-13392.134	-12725.879	-12311.274	-12028.470	-11823.267	-11667.589
π_B^*	-52053.879	-51974.495	-51850.762	-51133.528	-50615.299	-50293.990	-50075.308	-49916.863	-49796.783
$\pi_{supply-chainB}^*$	-52202.377	-52120.513	-51992.912	-51253.197	-50718.67	-50387.236	-50161.655	-49998.209	-49874.336
O_B^*	0.494	.482	.463	0.354	0.273	0.222	0.187	0.162	0.142

روی مقادیر تعادلی نرخ برونسپاری، سطح کیفیت، سطح خدمت و قیمت سازندگان به ازای $a = 500$ نشان داده شده است.

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود به ازای مقدار نسبتاً زیاد $a = 500$ ، با افزایش α ، نرخ برونسپاری به طور معناداری کاهش و سود هر دو سازنده افزایش می‌یابد. در شکل ۲، اثر α بر





شکل ۲. اثر حاشیه‌ای نرخ برونسپاری بر تقاضا (α) بر روی مقادیر تعادلی

جدول ۲. تحلیل حساسیت مقادیر تعادلی مدل نسبت به α (a = ۱۵)

α	0.2	1	5	10	20	30
x_A^*	-0.057	-0.061	-0.076	-0.087	-0.101	-0.108
x_B^*	-3.749	-3.729	-3.65	-3.59	-3.534	-3.500
s_A^*	10.406	10.427	10.506	10.566	10.633	10.669
s_B^*	-8.996	-9.014	-9.081	-9.132	-9.188	-9.218
p_A^*	15.687	15.706	15.775	15.829	15.889	15.921
p_B^*	9.731	9.754	9.838	9.901	9.970	10.007
π_A^*	-586.049	-587.198	-595.139	-601.256	-618.012	-611.666
π_B^*	-666.740	-668.535	-675.157	-680.241	-685.844	-688.868
$\pi_{supply-chainB}^*$	-718.284	-720.008	-726.350	-731.204	-736.538	-739.411
O_B^*	0.035	0.033	0.027	0.021	0.015	0.012

برونسپاری و سایر مقادیر تعادلی ندارد. به عبارت دیگر، در این حالت می‌توان چنین نتیجه گرفت که تصمیم‌گیری در مورد نرخ

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود به ازای مقدار نسبتاً کوچک $a = ۱۵$ ، افزایش α ، اثر معناداری بر روی نرخ

بایستی از سطح حداقل (یا سطح تعیین شده قبل از رقابت) سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و خدمات پس از فروش بکاهد.

۴-۲. تحلیل حساسیت مقادیر تعادلی مدل نسبت به قیمت عمده فروشی نهاده تأمین‌کننده B (w_o)

در این بخش برای بررسی اثر w_o بر روی مقادیر تعادلی کیفیت، نرخ برونسپاری، سطح خدمت و قیمت هر یک از سازندگان، سایر پارامترهای مدل به صورت زیر ثابت در نظر گرفته می‌شود.

$$a = 5.0; k_A = 0.4; k_B = 0.6; b_p = 0.5; \theta_p = 0.5; b_x = 0.5; \theta_x = 0.5; b_s = 0.5; \theta_s = 0.5; f = 5.0; f_o = 5.0;$$

$$w_A = 6; w_B = 10; v_o = 5; v_A = 3; v_B = 3; \varepsilon_q = 0.5; \varepsilon_s = 0.5; \phi_q = 5; \phi_s = 5; \gamma = 1; \alpha = 10$$

جدول ۳. تحلیل حساسیت مقادیر تعادلی مدل نسبت به w_o

w_o	6	8	9	12	15
x_A^*	34.785	33.483	32.381	18.712	54.416
x_B^*	-29.238	-31.140	-32.706	-49.097	7.336
s_A^*	68.804	66.941	65.412	49.864	105.384
s_B^*	-60.702	-59.119	-57.819	-44.534	-91.661
p_A^*	138.817	136.593	134.745	114.088	178.606
p_B^*	109.751	108.233	105.168	84.537	159.178
π_A^*	-12725.879	-11295.953	-10150.824	-91.691	-47853.930
π_B^*	-50615.300	-48864.126	-47498.202	-37282.796	-50.000
$\pi_{supply-chain}^*$	-50718.671	-49123.546	-47877.577	-38411.604	-98957.182
O_B^*	0.273	0.369	0.447	1	0

در دو زنجیره تأمین رقیب و همچنین در نظر گرفتن بیش از دو بعد رقابت، مورد بررسی قرار نگرفته بود. در این راستا، دو زنجیره تأمین رقیب در نظر گرفته شد که با ارائه یک محصول همگن برای کسب سهمی از بازار به رقابت می‌پردازند. هر زنجیره تأمین تحت فشار رقابتی از نظر سه بعد قیمت، کیفیت و سطح خدمت قرار دارد. از طرفی یکی از زنجیره‌ها با مسأله برونسپاری نهاده مواجه است که بر اساس رفتار رقیب علاوه بر سه بعد مذکور در مورد نرخ برونسپاری نیز تصمیم‌گیری می‌نماید. در ادامه برای تحلیل رفتار رقابتی دو زنجیره تأمین و یافتن جوابهای تعادلی بازی، یک مدل بازی چهار مرحله‌ای ارائه گردید و نهایتاً برای تحلیل حساسیت جوابهای تعادلی نسبت به اثر حاشیه‌ای نرخ برونسپاری بر تقاضا (α) و قیمت عمده فروشی نهاده تأمین‌کننده B (w_o)، دو مثال عددی ارائه گردید. نتایج حاصل از تحلیل نشان داد که به ازای مقادیر بزرگ تقاضای ذاتی بازار (a)، افزایش α ، موجب کاهش معنادار نرخ برونسپاری و افزایش سودآوری هر دو سازنده می‌گردد و به ازای مقادیر کوچک a ، افزایش α ، اثر معناداری بر روی نرخ برونسپاری و سایر مقادیر تعادلی ندارد و در واقع نرخ برونسپاری

برونسپاری به سایر پارامترهای مدل بستگی دارد. یک بینش جالب مدیریتی این است که به ازای مقادیر کوچک a ، افزایش α ، باعث کاهش سود هر دو سازنده می‌شود هر چند این کاهش چندان محسوس نیست. حال آنکه همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود به ازای مقدار بزرگ a ، افزایش α ، اثر افزایشی بر روی سود هر دو سازنده دارد. لازم به ذکر است که مقادیر منفی برای سطح کیفیت و سطح خدمت به این معنی است که سازنده

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود تغییر در قیمت عمده فروشی تأمین‌کننده B، اثر معناداری در نرخ برونسپاری سازنده B دارد. یک بینش جالب مدیریتی این است که به ازای مقادیر قیمت عمده فروشی نهاده تأمین‌کننده B (w_o) خیلی کوچکتر از هزینه تولید نهاده سازنده B (w_B)، به دلیل ملاحظات کیفیتی سازنده B تنها بخشی از تولید نهاده را برونسپاری می‌کند و هر چه w_o به w_B میل کند نرخ برونسپاری افزایش می‌یابد. همچنین هر چه $w_o - w_B$ بزرگتر شود نرخ برونسپاری به طور معناداری کاهش می‌یابد تا به صفر برسد که چنین نتیجه‌ای کاملاً انتظار می‌رود. نتیجه جالب توجه و دور از انتظار این است که با افزایش w_o سود سازنده B افزایش و سود سازنده A کاهش می‌یابد.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، به صورت یکپارچه، مسأله رقابت سه‌بعدی و تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری در دو زنجیره تأمین در نظر گرفته شد. در مطالعات پیشین، تصمیم‌گیری در زمینه برونسپاری

تحلیل حساسیت نسبت به w_o ، نشان داد که هر چه قیمت عمده فروشی سایر پارامترهای مدل می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از w_B نزدیکتر شود نرخ برونسپاری افزایش می‌یابد. به هزینه تولید نهاده سازنده B

پیوست

$$G_2 = k_B a + b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) + b_s s_B - \theta_s (s_A - s_B) - \alpha O_B + ((1 - O_B) w_B + O_B w_o + v_B + \varepsilon_q x_B + \varepsilon_s s_B) (b_p + \theta_p)$$

$$G_3 = \frac{-2\theta_p (b_p + \theta_p) \theta_s + b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s}{2(1 - \theta_p^2) (b_p + \theta_p)} - \varepsilon_s \quad G_4 = \frac{-6\theta_p (b_p + \theta_p) \theta_s + 3(b_s + \theta_s)}{2(1 - \theta_p^2)}$$

$$G_5 = \frac{2(b_p + \theta_p) [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s] - \theta_s \theta_p}{1 - \theta_p^2} - \varepsilon_s$$

$$G_6 = \frac{[-2(b_p + \theta_p) + \theta_p^2] [(b_p + \theta_p) \varepsilon_s + (b_s + \theta_s)] + \theta_p \theta_s (b_p + \theta_p)}{1 - \theta_p^2} - \frac{\theta_s \theta_p}{2(1 - \theta_p^2) (b_p + \theta_p)} + b_s + \theta_s$$

$$G_7 = \frac{2\theta_p (b_p + \theta_p) [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s] - (2\theta_p^2 - 1) \theta_s}{2(1 - \theta_p^2)} \quad G_8 = \frac{-2\theta_p (b_p + \theta_p) \theta_s + (2\theta_p^2 - 1) [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s]}{2(1 - \theta_p^2)}$$

$$G_9 = 2\theta_p (b_p + \theta_p) [b_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s]$$

$$G_{10} = k_B a + b_x x_B - \theta_x (x_A - x_B) - \alpha O_B + ((1 - O_B) w_B + O_B w_o + v_B + \varepsilon_q x_B) (b_p + \theta_p)$$

$$G_{11} = k_A a + b_x x_A - \theta_x (x_B - x_A) + \alpha O_B + (w_A + v_A + \varepsilon_q x_A) (b_p + \theta_p)$$

$$G_{12} = \frac{[\theta_p^2 - 2(b_p + \theta_p)^2] [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s]}{1 - \theta_p^2} + \frac{\theta_p \theta_s [2(b_p + \theta_p)^2 - 1]}{2(1 - \theta_p^2) (b_p + \theta_p)}$$

$$G_{13} = \frac{[\theta_p - 2\theta_p (b_p + \theta_p)^2] [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s]}{2(1 - \theta_p^2) (b_p + \theta_p)} + \frac{\theta_s [2(b_p + \theta_p)^2 - \theta_p^2]}{(1 - \theta_p^2)}$$

$$G_{14} = \frac{2(b_p + \theta_p) [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s] - \theta_p \theta_s}{1 - \theta_p^2} \quad G_{15} = \frac{\theta_p [b_s + \theta_s + (b_p + \theta_p) \varepsilon_s] - 2\theta_s (b_p + \theta_p)}{1 - \theta_p^2}$$

$$G_{22} = \frac{[G_5 (b_p + \theta_p) - G_6] [2(b_p + \theta_p)^2 (w_o - w_B) - (2b_p + \theta_p) \alpha]}{(1 - \theta_p^2)} - \frac{[2G_5 \theta_p^2 (b_p + \theta_p)] [(b_p + \theta_p) (w_o - w_B) - \alpha] + G_5 \theta_p \alpha}{2(1 - \theta_p^2) (b_p + \theta_p)} + G_5 \alpha - G_6 (w_o - w_B)$$

$$G_{23} = \frac{2G_3 \theta_p (b_p + \theta_p)^2 (w_o - w_B) - G_3 \alpha (2\theta_p b_p + 1)}{2(1 - \theta_p^2)} - \frac{[2G_4 \theta_p (b_p + \theta_p)] [(b_p + \theta_p) (w_o - w_B) - \alpha] + G_4 \alpha}{2(1 - \theta_p^2) (b_p + \theta_p)} + G_3 \alpha$$

$$G_{24} = (b_s + \theta_s) \left(\frac{G_{17} G_{22} - G_{19} G_{23}}{G_{17} G_{18} - G_{16} G_{19}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{16} G_{22} - G_{18} G_{23}}{G_{16} G_{19} - G_{17} G_{18}} \right) - \alpha + (b_p + \theta_p) (w_o - w_B)$$

$$G_{25} = (b_s + \theta_s) \left(\frac{G_{16} G_{22} - G_{18} G_{23}}{G_{16} G_{19} - G_{17} G_{18}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{17} G_{22} - G_{19} G_{23}}{G_{17} G_{18} - G_{16} G_{19}} \right) + \alpha$$

$$G_{26} = [G_5(b_p + \theta_p) - G_6] \left(\frac{2(b_p + \theta_p)[- \alpha + (b_p + \theta_p)(w_o - w_B)] + \alpha \theta_p}{1 - \theta_p^2} \right) - G_5 \theta_p \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)[- \alpha + (b_p + \theta_p)(w_o - w_B)] + \alpha}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \right) +$$

$$G_5 \alpha + G_6(w_o - w_B)$$

$$G_{27} = G_3 \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)[- \alpha + (b_p + \theta_p)(w_o - w_B)] + \alpha(2\theta_p^2 - 1)}{2(1 - \theta_p^2)} \right) - G_4 \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)[- \alpha + (b_p + \theta_p)(w_o - w_B)] + \alpha}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \right) - G_3 \alpha$$

$$G_{28} = [\varepsilon_s(b_p + \theta_p) + b_s + \theta_s] \left(\frac{G_{17}G_{26} - G_{19}G_{27}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{16}G_{26} - G_{18}G_{27}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right) + (b_p + \theta_p)(w_o - w_B) - \alpha$$

$$G_{29} = [\varepsilon_s(b_p + \theta_p) + b_s + \theta_s] \left(\frac{G_{16}G_{26} - G_{18}G_{27}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{17}G_{26} - G_{19}G_{27}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) + \alpha$$

$$G_{30} = \frac{2(b_p + \theta_p)G_{24} + \theta_p G_{25}}{1 - \theta_p^2} - \varepsilon_s \left(\frac{G_{17}G_{22} - G_{19}G_{23}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) - w_o + w_B$$

$$G_{31} = -(b_p + \theta_p) \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G_{24} + \theta_p G_{25}}{1 - \theta_p^2} \right) + \theta_p \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G_{24} + G_{25}}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \right) + (b_s + \theta_s)(G_{24} - (b_p + \theta_p)(w_o - w_B))$$

$$G_{32} = [G_{31} - (b_p + \theta_p)G_{30}] \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G_{28} + \theta_p G_{29}}{1 - \theta_p^2} \right) + [G_{31}\varepsilon_s + (b_s + \theta_s)G_{30}] \left(\frac{G_{17}G_{26} - G_{19}G_{27}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) -$$

$$G_{30} \left[\theta_s \left(\frac{G_{16}G_{26} - G_{18}G_{27}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right) + \alpha \right] - G_{31}(w_o - w_B)$$

$$G_{33} = [G_5(b_p + \theta_p) - G_6] \left(\frac{-2(b_p + \theta_p)\theta_x + \theta_p[b_x + \theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)]}{1 - \theta_p^2} \right) - G_5 \theta_p \frac{-2\theta_p(b_p + \theta_p)\theta_x + b_x + \theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} - \theta_x$$

$$G_{34} = G_3 \left(\frac{-2\theta_p(b_p + \theta_p)\theta_x + (2\theta_p^2 - 1)[b_x + \theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)]}{2(1 - \theta_p^2)} + b_x + \theta_x \right) - G_4 \left[\frac{-2\theta_p(b_p + \theta_p)\theta_x + b_x + \theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} + \varepsilon_q \right]$$

$$G_{35} = -\theta_x + [b_s + \theta_s + \varepsilon_s(b_p + \theta_p)] \left(\frac{G_{17}G_{33} - G_{19}G_{34}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{16}G_{33} - G_{18}G_{34}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right)$$

$$G_{36} = b_x + \theta_x + [b_s + \theta_s + \varepsilon_s(b_p + \theta_p)] \left(\frac{G_{16}G_{33} - G_{18}G_{34}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{17}G_{33} - G_{19}G_{34}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right)$$

$$G_{37} = -\frac{G_{30}}{G_{32}} [-(b_p + \theta_p) \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G_{35} + \theta_p G_{36}}{1 - \theta_p^2} \right) + \theta_p \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)G_{35} + G_{36}}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \right) + G_{35} - \varepsilon_s(b_p + \theta_p) \left(\frac{G_{17}G_{33} - G_{19}G_{34}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right)] -$$

$$\frac{G_{31}}{G_{32}} \left[\frac{2(b_p + \theta_p)G_{35} + \theta_p G_{36}}{1 - \theta_p^2} - \varepsilon_s \left(\frac{G_{17}G_{33} - G_{19}G_{34}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) \right]$$

$$G_{38} = [G_5(b_p + \theta_p) - G_6] \left(\frac{2(b_p + \theta_p)[\theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)] - \theta_p \theta_x}{1 - \theta_p^2} \right) - G_5 \theta_p \frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)[\theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)] - \theta_x}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} + b_x + \theta_x$$

$$G_{39} = G_3 \left(\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)[\theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)] - (2\theta_p^2 - 1)\theta_x}{2(1 - \theta_p^2)} + \theta_x \right) - G_4 \left[\frac{2\theta_p(b_p + \theta_p)[\theta_x + \varepsilon_q(b_p + \theta_p)] - \theta_x}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \right]$$

$$G_{40} = b_x + \theta_x + [b_s + \theta_s + \varepsilon_s(b_p + \theta_p)] \left(\frac{G_{17}G_{38} - G_{19}G_{39}}{G_{17}G_{18} - G_{16}G_{19}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{16}G_{38} - G_{18}G_{39}}{G_{16}G_{19} - G_{17}G_{18}} \right)$$

$$G_{41} = -\theta_x + [b_s + \theta_s + \varepsilon_s (b_p + \theta_p)] \left(\frac{G_{16} G_{38} - G_{18} G_{39}}{G_{16} G_{19} - G_{17} G_{18}} \right) - \theta_s \left(\frac{G_{17} G_{38} - G_{19} G_{39}}{G_{17} G_{18} - G_{16} G_{19}} \right)$$

$$G_{42} = -\frac{G_{30}}{G_{32}} [-(b_p + \theta_p) \left(\frac{2(b_p + \theta_p)G_{40} + \theta_p G_{41}}{1 - \theta_p^2} \right) + \theta_p \left(\frac{2\theta_p (b_p + \theta_p)G_{40} + G_{41}}{2(1 - \theta_p^2)(b_p + \theta_p)} \right) + G_{40} - \varepsilon_s (b_p + \theta_p) \left(\frac{G_{17} G_{38} - G_{19} G_{39}}{G_{17} G_{18} - G_{16} G_{19}} \right)] -$$

$$\frac{G_{31}}{G_{32}} \left[\frac{2(b_p + \theta_p) G_{40} + \theta_p G_{41}}{1 - \theta_p^2} - \varepsilon_q - \varepsilon_s \left(\frac{G_{17} G_{38} - G_{19} G_{39}}{G_{17} G_{18} - G_{16} G_{19}} \right) \right]$$

4. Cachon G, Netessine S. Game Theory in Supply chain Analysis. In: D.simehi- Leri, s.d.wu, Hand book of Quantity supply chain analysis, modeling in E-Business Era, Kluwer Boston, (2004), pp. 13-66.

5. Zhao X. Coordinating a supply chain system with retailers under both price and inventory competition, Production and operations management, (2008), Vol. 17, No. 5, pp. 532-542.

6. Cai J, Wang L, Han Y, Zhou G, Huang W. Advance order strategies: Effects on competition structure, Applied Mathematical Modelling, (2010), Vol. 34, pp. 2465-2476.

7. Chaharsooghi SK, Heydari J. Supply chain coordination for the joint determination of order quantity and reorder point using credit option, European Journal of Operational Research, (2010), Vol. 204, pp. 86-95.

8. Li J, Liu L. Supply chain coordination with quantity discount policy, International Journal of Production Economics, (2006), Vol. 101, pp. 89-98.

9. Shin H, Benton WC. A quantity discount approach to supply chain coordination, European Journal of Operational Research, (2007), Vol. 180, pp. 601-616.

10. Xiao T, Qi X, Yu G. Coordination of supply chain after demand disruptions when retailers compete, European Journal of Operational Research, (2008), Vol. 187, pp. 275-282.

11. Chen K, Xiao T. Demand disruption and coordination of the supply chain with a dominant retailer, European Journal of Operational Research, (2009), Vol. 197, pp. 225-234.

12. Schotanus F, Telgen J, de Boer L. Unraveling quantity discounts, Omega, (2009), Vol. 37, pp. 510-521.

13. Allon G, Federgruen A. Competition in service industries, Operation Research, (2007), Vol. 55, pp. 37-55.

پی‌نوشت

1. Screening
 2. Bayesian
 3. Inventory games with fixed unit purchase cost
 4. Inventory games with quantity discounts
 5. Production and pricing competition
 6. Attitude
 7. Entity
 8. Queuing game
 9. Economic Order Quantity game
 10. Scale Economy
 11. Information Technology
 12. e-commerce
 13. in-house
 14. Duopoly
 15. Bertrand
 16. Cournot
 17. Scope economy
 18. Exponential score function
 19. Mattel Inc.
 20. Dell
 21. HP
 22. Research & Development
 23. Intrinsic demand
 24. Specialize
 25. Expected quality performance
۲۶. توضیح کامل پارامترهای مورد استفاده در اثبات مقادیر تعادلی در پیوست آمده است.
27. Second- order condition

مراجع

1. Hafezalkotob A, Makui A. Competition of two supply chains with different risk structures: applying market research option, International Journal of Industrial Engineering Computations, (2012), Vol. 3, No. 2, pp. 159-184.
2. Leng M, Parlar M. Game theoretic applications in supply chain management: review, INFOR, (2005), Vol. 43, No. 3, pp. 187-220.
3. Cachon G. Supply chain coordination with contracts. In: Graves, S., de Kok, Ton. (Eds.), Handbook in Operation Research and Management Science: Supply Chain Management, North-Holland, Berlin, (2003).

25. Bahinipati BK, Kanda A, Deshmukh SG. Coordinated supply management: review, insights, and limitations, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, (2009), Vol. 12, No. 6, pp. 407-422.
26. Chan HK, Chan FTS. A review of coordination studies in the context of supply chain dynamics, *International Journal of Production Research*, (2010), Vol. 48, No. 10, pp. 2793-2819.
27. Sarmah SP, Acharya D, Goyal SK. Buyer vendor coordination models in supply chain management, *European Journal of Operational Research*, (2006), Vol. 175, pp. 1-15.
28. Li X, Wang Q. Coordination mechanisms of supply chain systems, *European Journal of Operational Research*, (2007), Vol. 179, pp. 1-16.
29. Kanda AA, Deshmukh SG. Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions, *International Journal of Production Economics*, (2008), Vol. 115, pp. 316-335.
30. Xiao T, Yang D. Price and service competition of supply chains with risk-averse retailers under demand uncertainty, *International Journal of Production Economics*, (2008), Vol. 114, pp. 187-200.
31. Boyaci T, Gallego G. Supply chain coordination in a market with customer service competition, *Production and Operations Management*, (2004), Vol. 13, pp. 3-22.
32. Zhang D. A network economic model for supply chain versus supply chain competition, *Omega*, (2006), Vol. 34, pp. 283-295.
33. Liu L, Wang L. Management strategy of materials supply for manufacturing organizations, *Computers & Industrial Engineering*, (2007), Vol. 53, pp. 326-349.
34. Wu D, Baron O, Berman O. Bargaining in competing supply chains with uncertainty, *European Journal of Operational Research*, (2009), Vol. 197, pp. 548-556.
35. Xie G, Wang S, Lia KK. Quality improvement in competing supply chains, *International Journal of Production Economics*, (2011), Vol. 134, No. 1, pp. 262-270.
36. Javalgi R, Dixit A, Scherer RF. Outsourcing to emerging markets: Theoretical perspectives and policy implications, *Journal of International Management*, (2009), Vol. 15, pp. 156-168.
14. Leng M, Zhu A. Side-payment contracts in two-person nonzero-sum supply chain games: Review, discussion and applications, *European Journal of Operational Research*, (2009), Vol. 196, pp. 600-618.
15. Esmaeili M, Zeephongsekul P. Seller-buyer models of supply chain management with an asymmetric information structure, *International Journal of Production Economics*, (2010), Vol. 123, pp. 146-154.
16. Hsieh C, Wu CH. Capacity allocation, ordering, and pricing decisions in a supply chain with demand and supply uncertainties, *European Journal of Operational Research*, (2008), Vol. 184, pp. 667-684.
17. Chen H, Chen Y, Chiu CH, Choi TM, Sethi S. Coordination mechanism for the supply chain with lead time consideration and price-dependent demand, *European Journal of Operational Research*, (2010), Vol. 203, pp. 70-80.
18. Toktas-Palut P, Ulengin F. Coordination in a two-stage capacitated supply chain with multiple suppliers, *European Journal of Operational Research*, (2011), Vol. 212, pp. 43-53.
19. Xie J, Wei JC. Coordinating advertising and pricing in a manufacturer-retailer channel, *European Journal of Operational Research*, (2009), Vol. 197, pp. 785-791.
20. Hsieh C, Liu Y. Quality investment and inspection policy in a supplier-manufacturer supply chain, *European Journal of Operational Research*, (2010), Vol. 202, pp. 717-729.
21. Yao Y, Leung SCH, Lia KK. Manufacturer's revenue-sharing contract and retail competition, *European Journal of Operational Research*, (2008), Vol. 186, pp. 637-651.
22. Yang D, Xiao T, Shen H. Pricing, service level and lot size decisions of a supply chain with risk-averse retailers: implications to practitioners, *Production Planning and Control*, (2009), Vol. 20, No. 4, pp. 320-331.
23. Sajadieh MS, Akbari Jokar MR, Modarres M. Developing a coordinated vendor-buyer model in two-stage supply chains with stochastic lead-times, *Computers & Operations Research*, (2009), Vol. 36, No. 8, pp. 2484-2489.
24. Lu JC, Tsao YC, Charoensiriwath C. Competition under manufacturer service and retail price, *Economic Modelling*, (2011), Vol. 28, pp. 1256-1264.

46. Arya A, Mittendorf B, Sappington DEM. Outsourcing, vertical integration, and price VS quantity competition, *International Journal of Industrial Organization*, (2008), Vol. 26, pp. 1-16.
47. Ni D, Li KW, Tang X. Production costs, scope economies, and multi-client outsourcing under quantity competition, *International Journal of Production Economics*, (2009), Vol. 121, pp. 130-140.
48. Bae SH, Yoo CS, Sarkis J. Outsourcing with quality competition: insights from a three-stage game-theoretic model, *International Journal of Production Research*, (2010), Vol. 48, No. 2, pp. 327-342.
49. Yousefi Nejad Attari M, Bagheri MR, Neishabouri Jami E. A decision making model for outsourcing of manufacturing activities by ANP and Dematel under fuzzy environment, *IJIEPR*, (2012), Vol. 23, No. 3, pp.163-174.
50. Najafi Nobar M, Setak M. A new approach for supplier selection process from features of second layer suppliers point of view, *IJIEPR*, (2010), Vol. 21, No. 1, pp. 35-44.
51. Amid A, Ghodsypour SH. An additive Fuzzy programming for supplier selection problem in a supply chain, *IJIEPR*, (2008), Vol. 19, No. 4, pp.1-8.
52. Zhao X, Shi C. Structuring and contracting in competing supply chains, *International Journal of Production Economics*, (2011), Vol. 134, No. 2, pp. 434-446.
53. Tsay A, Agrawal N. Channel dynamics under price and service competition, *Manufacturing and Service Operations Management*, (2000), Vol. 2, No. 4, pp. 372-391.
54. Banker RD, Khosla I, Sinha KK. Quality and competition, *Management Science*, (1998), Vol. 44, No. 9, pp. 1179-1192.
55. Tagaras G, Lee HL. Economic models for vendor evaluation with quality cost analysis, *Management Science*, (1996), Vol. 42, pp. 1531-1543.
37. Buehler S, Haucap J. Strategic outsourcing revisited, *Journal of Economic Behavior & Organization*, (2006), Vol. 61, pp. 325-338.
38. Kotabe M, Zhao H. A taxonomy of sourcing strategic types for MNCs operating in China, *Asia Pacific Journal of Management*, (2002), Vol. 19, pp. 11-27.
- [۳۹] ستاک، م؛ شریفی، س. یک مدل ریاضی یکپارچه برای انتخاب تأمین‌کنندگان دو لایه از زنجیره تأمین، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، جلد ۲۲، شماره ۱، (۱۳۹۰)، صص. ۹۸-۹۲.
39. Jin Y, Ryan JK. Price and service competition in an outsourced supply chain, *Production and Operations Management*, (2011), Vol. 21, No. 2, pp. 331-344.
40. McCarthy I, Anagnostou A. The impact of outsourcing on the transaction cost and boundaries of manufacturing, *International Journal of Production Economics*, (2004), Vol. 88, pp. 61-71.
41. Kotabe M, Mol M, Ketkar S. An evolutionary stage theory of outsourcing and competence destruction: a triad comparison of the consumer electronics industry, *Management International Review*, (2008), Vol. 48, pp. 65-93.
42. Kotabe M, Mol M, Murray JY. Outsourcing, performance, and the role of e-Commerce: a dynamic perspective, *Industrial Marketing Management*, (2008), Vol. 37, pp. 37-45.
43. Cachon G, Harker PT. Competition and outsourcing with scale economies, *Management Science*, (2002), Vol. 48, No. 10, pp. 1314-1333.
44. Bernstein F, Federgruen A. Coordination mechanisms for supply chains under price and service competition, *Manufacturing & Service Operations Management*, (2007), Vol. 9, No. 3, pp. 242-262.
45. Dube p, Liu Z, Xia C. Competitive equilibrium in e-commerce: Pricing and outsourcing, *Computers & Operations Research*, (2007), Vol. 34, pp. 3541-3559.