

DOI: 10.22084/IER.2023.27673.2122

رویکرد نظریه بازی برای تحلیل تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات مشارکتی دو محصول جایگزین تحت زنجیره تأمین شامل دو تولیدکننده و دو فروشنده

حامد جعفری*

استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی گلپایگان، دانشگاه صنعتی اصفهان، گلپایگان، ایران

خلاصه

در تحقیق فعلی رقابت میان دو محصول جایگزین در زنجیره تأمین شامل دو تولیدکننده و دو فروشنده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این ساختار، دو محصول جایگزین توسط دو تولیدکننده رقیب تولید و به وسیله دو فروشنده رقیب به مشتریان تحویل داده می‌شوند. یکی از تولیدکننده‌ها محصولاتش را بدون انجام تبلیغات به فروش می‌رساند، در حالی که تولیدکننده دیگر قصد دارد برای افزایش فروش محصولات خود سرمایه‌گذاری جدیدی بر روی تبلیغات انجام دهد. این سرمایه‌گذاری به صورت مشارکتی بوده و فروشنده مربوطه نیز بخشی از آن را برعهده می‌گیرد. بدین منظور از رویکرد نظریه بازی برای تحلیل تصمیمات قیمت‌گذاری و میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات استفاده می‌گردد. لازم به ذکر است در مطالعات قبلی موضوع تبلیغات مشارکتی تنها برای یک محصول خاص در نظر گرفته شده و از رویکرد نظریه بازی برای بررسی رقابت و همکاری میان اعضای زنجیره تأمین مربوط به این محصول استفاده شده است؛ در حالی که در تحقیق فعلی دو محصول جایگزین در نظر گرفته شده و تأثیر اعمال تبلیغات مشارکتی بر روی تقاضاها و سودهای اعضای زنجیره تأمین مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج می‌توان گفت که با افزایش کشسانی تقاضای یک محصول نسبت به میزان تبلیغات آن، مقادیر سود مربوط به اعضای زنجیره تأمین آن محصول افزایش و مقادیر سود مربوط به اعضای زنجیره تأمین محصول دیگر کاهش می‌یابند. همچنین اگر میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات یک محصول از یک مقدار مشخص بیشتر نباشد، این سرمایه‌گذاری از لحاظ اقتصادی برای اعضای زنجیره تأمین مربوط به آن محصول مقرون به صرفه است.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۴۰۲/۰۱/۰۹

پذیرش ۱۴۰۲/۰۴/۲۴

(مقاله پژوهشی)

کلمات کلیدی:

بازار رقابتی

مدیریت زنجیره تأمین

قیمت‌گذاری

تبلیغات مشارکتی

نظریه بازی

۱. مقدمه

امروزه بسیاری از سازمان‌های تولیدی و خدماتی سعی بر آن دارند تا از طریق جذب مشتریان و افزایش میزان فروش محصولات و خدمات، بقای خود در بازار را تضمین کنند [۱]. مشتریان نسبت به قیمت یک محصول یا خدمت حساس هستند [۲]. از طرف دیگر تبلیغات نقش مهمی را در افزایش خرید مشتریان بازی می‌کند. در چنین شرایطی مدیران سازمان‌ها مجبورند توجه ویژه‌ای بر روی قیمت یک محصول یا

خدمت و نحوه تبلیغات آن داشته باشند.

تمامی سازمان‌ها برای کالاها و خدماتی که عرضه می‌کنند، قیمتی تعیین می‌نمایند. قیمت یک محصول نقش بسیار مهمی در فعالیت‌های بازاریابی دارد [۳]. قیمت‌گذاری فرآیند تعیین ارزش برای کالا و خدمات بوده و از جمله مهم‌ترین عوامل در میزان موفقیت هر کسب‌وکار به‌شمار می‌آید [۴]. در میان ارکان بازاریابی، قیمت تنها عاملی است که موجب ایجاد درآمد شده و به‌عنوان انعطاف‌پذیرترین عامل شناخته

* نویسنده مسئول: حامد جعفری

تلفن: ۰۳۱-۵۷۲۴۳۲۳۸؛ پست الکترونیکی: hamed.jafari@iut.ac.ir

مرور خواهند شد.

سیداصفهان‌ی و همکاران [۱۷]، لی و همکاران [۱۸]، احمدی جاوید و حسین‌پور [۱۹] و اوست و بوشر [۲۰] از رویکرد نظریه بازی برای تحلیل تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات در زنجیره‌تأمینی شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش استفاده نموده‌اند. آن‌ها برای حل مسأله مدل‌های نش و استکلبرگ را بررسی کرده‌اند. قشقایی و مظفری [۲۱] این مسأله را تحت شرایط عدم قطعیت در نظر گرفته‌اند. حافظ‌الکتب و همکاران [۲۲] تبلیغات از طریق شبکه‌های اجتماعی را در چنین ساختاری مدنظر قرار داده‌اند. همچنین چعب و راستی برزکی [۲۳] و ملکیان و راستی برزکی [۲۴] تأثیر در نظر گرفتن توابع تقاضای مختلف را بر روی تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات یک محصول در این زنجیره‌تأمین تحلیل نموده‌اند.

یورگنسن و ذاکور [۲۵] بر روی قیمت‌گذاری و تبلیغات مشارکتی در زنجیره‌تأمینی شامل یک تأمین‌کننده و یک تولیدکننده تحقیق کرده‌اند. یو و همکاران [۲۶] تأثیر تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات را بر روی سیاست‌های کنترل موجودی بررسی نموده و از قرارداد موجودی مدیریت شده فروشنده برای هماهنگ‌سازی این تصمیمات استفاده کرده‌اند. اگرآوال [۲۷] تبلیغات از طریق افزایش وفاداری مشتریان به نام تجاری یک محصول را در نظر گرفته و یک بازی استکلبرگ سه‌سطحی برای تحلیل تصمیمات توسعه داده است. شعله و همکاران [۲۸] نیز قیمت‌گذاری و تبلیغات را در یک زنجیره‌تأمین سه‌سطحی شامل یک تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش بررسی نموده‌اند. همچنین ژانگ و ژانگ [۲۹] زنجیره‌تأمینی شامل یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش را در نظر گرفته‌اند که در آن یک خرده‌فروش در تبلیغات انجام‌شده توسط تولیدکننده مشارکت نموده و خرده‌فروش دیگر سهمی از این تبلیغات را برعهده نمی‌گیرد.

وانگ و همکاران [۳۰]، یان و پی [۳۱] و زارعی و همکاران [۳۲] تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات مشارکتی را در یک زنجیره‌تأمین با کانال‌های توزیع دوگانه شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش در نظر گرفته و از رویکرد نظریه بازی برای تحلیل این تصمیمات استفاده نموده‌اند. هوآ و همکاران [۳۳] نیز تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات را در یک زنجیره‌تأمین سبز شامل یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش تحلیل نموده و مفاهیم توسعه پایداری را در چنین ساختاری مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها برای تحلیل این تصمیمات مدل‌های نش، استکلبرگ و همکارانه را پیشنهاد داده‌اند.

در این تحقیق زنجیره‌تأمینی شامل دو تولیدکننده و دو فروشنده برای تولید و فروش دو محصول جایگزین در نظر گرفته می‌شود. در این ساختار، یکی از تولیدکننده‌ها محصولات خود را بودن انجام تبلیغات به مشتریان می‌فروشد، درحالی‌که تولیدکننده دیگر قصد دارد برای افزایش سطح فروش محصولاتش سرمایه‌گذاری جدیدی بر روی تبلیغات انجام دهد. این سرمایه‌گذاری به‌صورت مشارکتی بوده و فروشنده محصول مربوطه نیز بخشی از آن را برعهده می‌گیرد. همچنین از رویکرد نظریه بازی برای اتخاذ تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات

می‌شود؛ زیرا می‌توان به‌سرعت آن را تغییر داد [۵]. بنابراین تعیین دقیق تصمیمات مربوط به قیمت‌گذاری تأثیر بسیار زیادی در میزان سوددهی بنگاه‌های اقتصادی خواهد داشت.

در صحنه رقابت جهانی امروزی بسیاری از شرکت‌های موفق بودجه قابل توجهی را صرف تبلیغات می‌کنند. امروزه تأثیر تبلیغات بر روی فروش محصولات بر هیچکس پوشیده نیست. سازمان‌های زیادی وجود دارند که محصولات یا خدمات مشابه با کیفیت‌های مشابه را روانه بازار می‌کنند؛ اما در این میان تنها بعضی از سازمان‌ها هستند که می‌توانند بخش عمده‌ای از سهم بازار را در اختیار بگیرند. تبلیغات یکی از اصلی‌ترین دلایل موفقیت هر کسب‌وکاری است. می‌توان گفت که آگاهی مشتریان از یک نام تجاری و وفاداری آن‌ها به آن از طریق تبلیغات هدفمند امکان‌پذیر خواهند بود [۶،۷]. تبلیغات هدفمند باید مشتریان را به مشارکت و همکاری تشویق نماید، واکنشی احساسی برانگیزد و مشتریان را کنجکاو و شگفت‌زده کند [۸]. در چنین شرایطی برای گسترش مخاطبان هدف و جذب آن‌ها، به راهکارهای نوین تبلیغاتی نیاز است که بیشترین تأثیر را بر روی افراد بگذارند [۹]. روش‌های مختلفی برای بازاریابی و تبلیغات وجود دارند. تبلیغات پیامکی، تبلیغات محیطی و نصب بلبورد، استفاده از شبکه‌های اجتماعی، هدایای تبلیغاتی و تبلیغات تلویزیونی از جمله این روش‌ها هستند [۱۰]. هدف از انجام تبلیغات می‌تواند تلاش برای متنوع کردن نوع مصرف، مبارزه با عقاید مخالف و افزایش مقدار خرید و مدت زمان مصرف باشد [۱۱]. بر مبنای چنین اهدافی، تبلیغات به سه دسته تقسیم می‌شود: تبلیغات اطلاع‌دهنده (در مراحل اولیه تولید و ورود به بازار به‌کار می‌رود و هدف از آن تخمین تقاضای اولیه است)، تبلیغات ترغیب‌کننده (زمانی کاربرد دارد که هدف از تبلیغات مقایسه بین عملکرد دو یا چند محصول باشد) و تبلیغات یادآوری‌کننده (مصرف‌کننده را مجبور به تفکر در مورد محصول یا خدمت نموده و تصویری ذهنی و ثابت از آن در ذهن مخاطب ایجاد می‌کند) [۱۲،۱۳]. اگرچه رقابت بر سر قیمت محصولات و میزان تبلیغات بر روی آن‌ها از جمله مشکلاتی است که سازمان‌ها با آن روبه‌رو هستند، اما تعیین این مقادیر چندان آسان نبوده و این سازمان‌ها نمی‌توانند قیمت محصولات و میزان تبلیغات را به‌گونه‌ای تعیین کنند که منجر به رضایت جمعی آن‌ها شوند. نظریه بازی رویکردی ریاضی برای تصمیم‌گیری در شرایطی است که اهداف چند نفر یا سازمان با یکدیگر در تعارض باشند [۱۴-۱۶]. در واقع در شرایط رقابتی و یا همکارانه که تعدادی تصمیم‌گیرنده با اهداف متعارض سعی بر آن دارند تصمیمات خود را به‌صورت هم‌زمان و یا متوالی و با قدرت تصمیم‌گیری یکسان و یا متفاوت اتخاذ کنند، استفاده از این رویکرد نتایج قابل قبولی را به‌همراه خواهد داشت. در تحقیق فعلی از چنین رویکردی برای اتخاذ تصمیمات مربوط به قیمت‌گذاری و تبلیغات دو محصول جایگزین استفاده خواهد شد. در سال‌های اخیر برخی محققان مطالعاتی را بر روی قیمت‌گذاری و تبلیغات در ساختارهای مختلف زنجیره‌تأمین با استفاده از رویکرد نظریه بازی انجام داده‌اند که در ادامه بخش عمده‌ای از این مطالعات

همچنین با افزایش یک واحد سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات محصول ۲، تقاضای محصول ۱ به تعداد r_1 واحد کاهش و تقاضای محصول ۲ به تعداد r_2 واحد افزایش خواهند یافت ($r_1 < r_2$).

جدول (۱). جزییات مطالعات مرور شده

نویسندگان	تعداد محصول	بازی	بازیکنان
سیداصفهان‌ی و همکاران [۱۷]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
لی و همکارانه [۱۸]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
احمدی جاوید و حسین‌پور [۱۹]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
اوست و بوشر [۲۰]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
قشقای و مظفری [۲۱]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
حافظ‌الکتب و همکاران [۲۲]	۱	همکارانه	تولیدکننده خرده‌فروش
چعب و راستی برزکی [۲۳]	۱	نش استکلبرگ همکارانه	تولیدکننده خرده‌فروش
ملکیان و راستی برزکی [۲۴]	۱	استکلبرگ همکارانه	تولیدکننده خرده‌فروش
یورگنسن و ذاکور [۲۵]	۱	دیفرانسیلی	تأمین‌کننده تولیدکننده
یو و همکاران [۲۶]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
اگراوال [۲۷]	۱	استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
شعله و همکاران [۲۸]	۱	نش	تأمین‌کننده تولیدکننده خرده‌فروش
ژانگ و ژانگ [۲۹]	۱	دیفرانسیلی	تولیدکننده دو خرده‌فروش
وانگ و همکاران [۳۰]	۱	استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
یان و پی [۳۱]	۱	نش استکلبرگ	تولیدکننده خرده‌فروش
زارعی و همکاران [۳۲]	۱	نش استکلبرگ همکارانه	تولیدکننده خرده‌فروش
هوا و همکاران [۳۳]	۱	نش استکلبرگ همکارانه	تولیدکننده خرده‌فروش
مطالعه فعلی	۲	نش همکارانه	دو تولیدکننده دو فروشنده

تحت زنجیره‌تأمین مورد بررسی استفاده شده و مسأله در شرایط رقابتی و همکارانه تحلیل می‌گردد. با توجه به مقالات مرور شده می‌توان گفت که مسأله مورد بررسی در این مطالعه شامل تحلیل تصمیمات قیمت‌گذاری و تبلیغات مشارکتی مربوط به دو محصول جایگزین در زنجیره‌تأمینی شامل دو تولیدکننده و دو فروشنده با استفاده از رویکرد نظریه بازی برای اولین بار در ادبیات موضوع مطرح شده است. در واقع در مطالعات قبلی مبحث تبلیغات مشارکتی تنها برای یک محصول خاص در نظر گرفته شده و از رویکرد نظریه بازی برای بررسی رقابت و همکاری میان اعضای زنجیره‌تأمین مربوط به همین محصول استفاده شده است؛ درحالی‌که در تحقیق فعلی دو محصول جایگزین در نظر گرفته شده و تأثیر اعمال تبلیغات مشارکتی بر روی تقاضاها و سودهای اعضای زنجیره‌تأمین مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر در مطالعات قبلی تمرکز بر روی رقابت میان اعضای زنجیره‌تأمین مربوط به یک محصول بوده است؛ درحالی‌که در تحقیق فعلی رقابت میان دو محصول جایگزین بررسی شده است که یکی از آن‌ها بدون تبلیغات به دست مشتریان می‌رسد و برای افزایش فروش محصول دیگر از اعمال قرارداد تبلیغات مشارکتی استفاده می‌گردد. جزییات مربوط به مطالعات مرور شده و مقایسه تحقیق فعلی با این مطالعات در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

ساختار مقاله به صورت زیر است: در بخش ۲ مسأله مورد بررسی در این تحقیق تعریف می‌گردد. در بخش‌های ۳ و ۴ از رویکرد نظریه بازی برای اتخاذ تصمیمات به ترتیب تحت حالت‌های رقابتی و همکارانه استفاده می‌شود. در بخش ۵ یک مثال عددی ارائه می‌شود. بخش ۶ مربوط به نتایج و یافته‌ها بوده و در نهایت در بخش ۷ مطالعه فعلی جمع‌بندی شده و برخی پیشنهادها برای تحقیقات آینده ارائه خواهند شد.

۲. مسأله مورد بررسی

یک بازار رقابتی را در نظر بگیرید که در آن دو محصول جایگزین تولید و به مشتریان فروخته می‌شوند. در این بازار، دو محصول جایگزین ۱ و ۲ به ترتیب توسط تولیدکننده‌های رقیب ۱ و ۲ تولید شده و به ترتیب توسط فروشنده‌های رقیب ۱ و ۲ به مشتریان تحویل داده می‌شوند. تولیدکننده ۱ محصولات خود را بدون انجام هرگونه تبلیغات به فروش می‌رساند، درحالی‌که تولیدکننده ۲ در نظر دارد برای افزایش سطح فروش محصولاتش سرمایه‌گذاری جدیدی بر روی تبلیغات انجام دهد. لازم به ذکر است که این سرمایه‌گذاری به صورت مشارکتی بوده و فروشنده ۲ نیز بخشی از آن را متعهد خواهد شد. همچنین تقاضای دو محصول با توجه به قیمت نهایی و سطح تبلیغات آن‌ها مشخص می‌گردند. نمادهای مورد استفاده در این تحقیق در جدول (۲) تعریف شده‌اند.

با توجه به نمادهای تعریف شده می‌توان گفت که با افزایش یک واحد قیمت یک محصول، تقاضای آن به تعداد b_1 واحد کاهش و تقاضای محصول دیگر به تعداد b_2 واحد افزایش می‌یابد ($b_1 > b_2$).

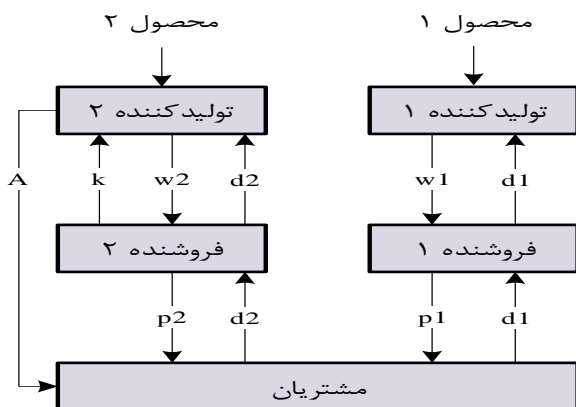
بدیهی است که محدودیت‌های زیر باید در مسأله در نظر گرفته شوند تا شدنی بودن تصمیمات تضمین گردند:

$$\begin{aligned} d_1 \geq 0, d_2 \geq 0 \\ c_1 \leq w_1 \leq p_1, c_2 \leq w_2 \leq p_2 \\ 0.3 \leq k \leq 0.5 \end{aligned} \quad (9)$$

محدودیت‌های ارائه شده در رابطه (۹) تضمین می‌کنند که تقاضای هر دو محصول و سودهای حاشیه‌ای همه اعضا نامنفی هستند. همچنین بازه تغییرات سهم فروشنده ۲ در تبلیغات انجام شده برای محصول ۲ برابر با $[0.3 \text{ و } 0.5]$ در نظر گرفته شده است. این بازه به گونه‌ای انتخاب شده است که تولیدکننده و فروشنده محصول ۲ انگیزه کافی برای انجام تبلیغات مشارکتی را داشته باشند.

در مسأله تعریف شده، تولیدکننده‌های ۱ و ۲ به ترتیب قیمت‌های فروش محصولات ۱ و ۲ به فروشنده‌های ۱ و ۲ (w_1 و w_2) را اعلام می‌کنند. فروشنده‌های ۱ و ۲ نیز به ترتیب قیمت‌های نهایی فروش محصولات ۱ و ۲ به مشتریان (p_1 و p_2) را تعیین می‌کنند. همچنین فروشنده ۲ سهم خود را در میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات محصول ۲ (k) مشخص می‌نماید. در بازگشت تقاضای محصولات و سودهای تخصیص داده شده به اعضا با توجه به تصمیمات تعیین شده محاسبه خواهند شد. ساختار کلی مسأله مورد بررسی در شکل (۱) نشان داده شده است.

در ادامه برای اتخاذ تصمیمات در مسأله مورد بررسی از رویکرد نظریه بازی استفاده می‌گردد. در واقع مسأله تعریف شده تحت حالت‌های رقابتی و همکارانه تحلیل خواهد شد.



شکل (۱). ساختار کلی مسأله مورد بررسی

۳. رویکرد نظریه بازی: حالت رقابتی

در حالت رقابتی، اعضای زنجیره تأمین در نظر گرفته شده سعی می‌کنند تا سود خود را به صورت مستقل حداکثر نمایند. در واقع در این شرایط همه اعضا با یکدیگر رقابت نموده و تصمیمات را تنها با در نظر گرفتن سودهای فردی خودشان تعیین می‌کنند. مدل مربوط به این حالت به صورت زیر است:

$$\begin{cases} \max \pi_{m1} = (w_1 - c_1)d_1 \\ \max \pi_{m2} = (w_2 - c_2)d_2 - (1 - k)A \\ \max \pi_{s1} = (p_1 - w_1)d_1 \\ \max \pi_{s2} = (p_2 - w_2)d_2 - kA \end{cases} \quad (10)$$

جدول (۲). نمادهای مورد استفاده

نماد	توصیف
A	میزان سرمایه‌گذاری تولیدکننده ۲ بر روی تبلیغات محصول ۲
a_1	پتانسیل فروش محصول ۱ در بازار
a_2	پتانسیل فروش محصول ۲ در بازار
b_1	کشسانی تقاضای یک محصول نسبت به قیمت خودش
b_2	کشسانی تقاضای یک محصول نسبت به قیمت محصول دیگر
r_1	کشسانی تقاضای محصول ۱ نسبت به سطح تبلیغات محصول ۲
r_2	کشسانی تقاضای محصول ۲ نسبت به سطح تبلیغات آن
c_1	هزینه تولید هر واحد محصول ۱
c_2	هزینه تولید هر واحد محصول ۲
k	سهم فروشنده ۲ در سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات محصول ۲
w_1	قیمت فروش هر واحد محصول ۱ تعیین شده توسط تولیدکننده ۱ برای فروشنده ۱
w_2	قیمت فروش هر واحد محصول ۲ تعیین شده توسط تولیدکننده ۲ برای فروشنده ۲
p_1	قیمت فروش هر واحد محصول ۱ تعیین شده توسط فروشنده ۱ برای مشتریان
p_2	قیمت فروش هر واحد محصول ۲ تعیین شده توسط فروشنده ۲ برای مشتریان
d_1	تقاضای محصول ۱
d_2	تقاضای محصول ۲
π_{m1}	مقدار سود تخصیص داده شده به تولیدکننده ۱
π_{m2}	مقدار سود تخصیص داده شده به تولیدکننده ۲
π_{s1}	مقدار سود تخصیص داده شده به فروشنده ۱
π_{s2}	مقدار سود تخصیص داده شده به فروشنده ۲
π_1	مقدار کل سود مربوط به زنجیره تأمین محصول ۱
π_2	مقدار کل سود مربوط به زنجیره تأمین محصول ۲

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، تقاضای مشتریان برای محصولات با توجه به قیمت نهایی و سطح تبلیغات آن‌ها تعیین می‌شوند. در چنین شرایطی توابع تقاضای محصولات ۱ و ۲ به صورت زیر فرمول‌بندی می‌گردند:

$$d_1 = a_1 - b_1 p_1 + b_2 p_2 - r_1 A \quad (1)$$

$$d_2 = a_2 - b_1 p_2 + b_2 p_1 + r_2 A \quad (2)$$

مقادیر سود تخصیص داده شده به اعضای زنجیره تأمین مورد بررسی و مقادیر کل سود مربوط به زنجیره تأمین محصولات نیز به صورت زیر فرمول‌بندی خواهند شد:

$$\pi_{m1} = (w_1 - c_1)d_1 \quad (3)$$

$$\pi_{m2} = (w_2 - c_2)d_2 - (1 - k)A \quad (4)$$

$$\pi_{s1} = (p_1 - w_1)d_1 \quad (5)$$

$$\pi_{s2} = (p_2 - w_2)d_2 - kA \quad (6)$$

$$\pi_1 = \pi_{m1} + \pi_{s1} = (p_1 - c_1)d_1 \quad (7)$$

$$\pi_2 = \pi_{m2} + \pi_{s2} = (p_2 - c_2)d_2 - A \quad (8)$$

می‌شوند.

همچنین توابع π_{s2} و π_{s1} به ترتیب نسبت به p_2 و p_1 به صورت اکیداً مقعر هستند. بنابراین جواب حاصل از حل مشتق‌های مرتبه اول این توابع در صورت شدنی بودن منجر به تولید جواب تعادلی مسئله می‌گردد.

اکنون با جای‌گذاری $k = 0.3$ ، $w_1 = (2p_1 + c_1)/3$ و $w_2 = (2p_2 + c_2)/3$ در روابط (۱۵) و (۱۷) و حل همزمان آن‌ها نسبت به p_1 و p_2 و سپس جای‌گذاری p_1 و p_2 حاصل در روابط مربوط به w_1 و w_2 ، جواب تعادلی مسئله به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$\begin{aligned} w_1^* &= c_1 + \frac{18a_2b_2 + 24a_1b_1 + 8b_1^2c_1}{3(16b_1^2 - 9b_2^2)} \\ &+ \frac{6b_1b_2c_2 - 24Ab_1r_1 + 18Ab_2r_2}{3(16b_1^2 - 9b_2^2)} \\ w_2^* &= c_2 + \frac{24a_2b_1 + 18a_1b_2 - 18Ab_2r_1}{3(16b_1^2 - 9b_2^2)} \\ &+ \frac{8b_1^2c_2 + 6b_1b_2c_1 + 24Ab_1r_2}{3(16b_1^2 - 9b_2^2)} \\ p_1^* &= \frac{9a_2b_2 + 12a_1b_1 + 4b_1^2c_1}{16b_1^2 - 9b_2^2} \\ &+ \frac{3b_1b_2c_2 - 12Ab_1r_1 + 9Ab_2r_2}{16b_1^2 - 9b_2^2} \\ p_2^* &= \frac{12a_2b_1 + 9a_1b_2 - 9Ab_2r_1}{16b_1^2 - 9b_2^2} \\ &+ \frac{4b_1^2c_2 + 3b_1b_2c_1 + 12Ab_1r_2}{16b_1^2 - 9b_2^2} \\ k^* &= 0.3 \end{aligned} \quad (21)$$

با اندکی ساده‌سازی جبری، شدنی بودن جواب تعادلی ارائه‌شده در رابطه (۲۱) به سادگی قابل اثبات است. با جای‌گذاری این جواب تعادلی در روابط (۱)-(۶) تقاضای محصولات و مقادیر سود تخصیص داده شده به اعضا در حالت رقابتی تعیین خواهند شد.

۴. رویکرد نظریه بازی: حالت همکارانه

در حالت همکارانه، اعضای زنجیره تأمین مربوط به هر محصول با یکدیگر توافق نموده و تصمیمات خود را طوری اتخاذ می‌کنند که کل سود مربوط به زنجیره تأمین آن محصول حداکثر شود. در واقع در این حالت رقابت میان زنجیره‌های تأمین دو محصول مورد بررسی قرار خواهد گرفت. مدل مربوط به این حالت به صورت زیر فرمول‌بندی می‌گردد:

$$\begin{cases} \max \pi_1 = \pi_{m1} + \pi_{s1} = (p_1 - c_1)d_1 \\ \max \pi_2 = \pi_{m2} + \pi_{s2} = (p_2 - c_2)d_2 - A \\ s.t. \quad d_1 \geq 0, d_2 \geq 0, c_1 \leq p_1, c_2 \leq p_2 \end{cases} \quad (22)$$

با توجه به مدل (۲۲) قیمت‌های فروش محصولات از تولیدکننده‌ها به فروشنده‌ها (w_1 و w_2) و سهم فروشنده ۲ در تبلیغات انجام شده برای محصول ۲ (k) تأثیری بر روی کل سود مربوط به زنجیره تأمین محصولات نداشته و بنابراین این تصمیمات در مدل مربوط به حالت همکارانه در نظر گرفته نمی‌شوند. در واقع برای تحلیل مدل (۲۲) کافی است که قیمت‌های فروش محصولات به مشتریان تعیین شوند. لازم به

$$s.t. \quad d_1 \geq 0, d_2 \geq 0$$

$$c_1 \leq w_1 \leq p_1, c_2 \leq w_2 \leq p_2$$

$$0.3 \leq k \leq 0.5$$

اکنون سعی می‌کنیم جواب تعادلی مسئله را در حالت رقابتی تعیین نماییم. با محاسبه مشتق‌های مرتبه اول و دوم توابع سود تعریف‌شده در روابط (۳)-(۶) داریم:

$$\frac{d\pi_{m1}}{dw_1} = a_1 - b_1p_1 + b_2p_2 - Ar_1 = d_1 \geq 0 \quad (11)$$

$$\frac{d^2\pi_{m1}}{dw_1^2} = 0 \quad (12)$$

$$\frac{d\pi_{m2}}{dw_2} = a_2 - b_1p_2 + b_2p_1 + Ar_2 = d_2 \geq 0 \quad (13)$$

$$\frac{d^2\pi_{m2}}{dw_2^2} = 0 \quad (14)$$

$$\frac{d\pi_{s1}}{dp_1} = a_1 - b_1(2p_1 - w_1) + b_2p_2 - Ar_1 \quad (15)$$

$$\frac{d^2\pi_{s1}}{dp_1^2} = -2b_1 < 0 \quad (16)$$

$$\frac{d\pi_{s2}}{dp_2} = a_2 - b_1(2p_2 - w_2) + b_2p_1 + Ar_2 \quad (17)$$

$$\frac{d^2\pi_{s2}}{dp_2^2} = -2b_1 < 0 \quad (18)$$

$$\frac{d\pi_{s2}}{dk} = -A \leq 0 \quad (19)$$

$$\frac{d^2\pi_{s2}}{dk^2} = 0 \quad (20)$$

با توجه به روابط (۱۹) و (۲۰) مشتق‌های مرتبه اول و دوم تابع π_{s2} نسبت به k به ترتیب منفی و صفر بوده و این تابع نسبت به k به صورت نزولی و خطی است. بنابراین از دیدگاه فروشنده ۲ بهتر است که حداقل مقدار ممکن برای سهم تعهدشده برای تبلیغات محصول ۲ انتخاب گردد. برگرفته از رابطه (۹) حداقل مقدار k برابر با 0.3 است. از طرف دیگر تابع π_{m1} نسبت به w_1 و تابع π_{m2} نسبت به w_2 به صورت صعودی و خطی هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تولیدکننده هر محصول مایل است محصولات خود را با حداکثر قیمت ممکن به فروشنده مربوطه بفروشد. با توجه به محدودیت (۹) p_2 و p_1 حداکثر مقادیر ممکن به ترتیب برای w_1 و w_2 هستند. به وضوح با انتخاب $w_1 = p_1$ و $w_2 = p_2$ مقدار سود تخصیص داده شده به فروشنده ۱ برابر با صفر و مقدار سود فروشنده ۲ منفی شده و در نتیجه آن‌ها انگیزه لازم برای حضور در بازار را نخواهند داشت. فرض می‌گردد فروشنده‌ها زمانی در بازی شرکت می‌کنند که مقادیر سود حاشیه‌ای آن‌ها حداقل به اندازه نصف مقادیر سود حاشیه‌ای تولیدکننده‌ها باشند. در واقع روابط $(p_1 - w_1) \geq (w_1 - c_1)/2$ و $(p_2 - w_2) \geq (w_2 - c_2)/2$ با ساده‌سازی این روابط، حداکثر مقادیر ممکن برای w_1 و w_2 به ترتیب برابر با $(2p_1 + c_1)/3$ و $(2p_2 + c_2)/3$ بدست می‌آیند. با توجه به توضیحات ارائه شده، روابط $w_1 = (2p_1 + c_1)/3$ و $w_2 = (2p_2 + c_2)/3$ در جواب تعادلی مربوط به حالت رقابتی در نظر گرفته

مشابه با آنچه در حالت رقابتی ذکر شد، فرض می‌گردد فروشنده‌ها زمانی در بازی مشارکت می‌کنند که سود حاشیه‌ای آن‌ها حداقل به اندازه نصف سود حاشیه‌ای تولیدکننده‌ها باشند. با این توضیحات، روابط $w_1 = (2p_1 + c_1)/3$ و $w_2 = (2p_2 + c_2)/3$ در جواب تعادلی مربوط به حالت همکاری نیز در نظر گرفته می‌شوند. همچنین با توجه به رابطه (۶) سهم فروشنده ۲ در تبلیغات انجام‌شده برای محصول ۲ نیز محاسبه می‌گردد. در این شرایط داریم:

$$\begin{aligned} w_1^{**} &= \frac{2p_1^{**} + c_1}{3} \\ w_2^{**} &= \frac{2p_2^{**} + c_2}{3} \\ k^{**} &= \frac{(p_2^{**} - w_2^{**})d_2^{**} - \pi_{s2}^{**}}{A} \end{aligned} \quad (۳۲)$$

۵. مثال عددی

بازار رقابتی فروش موتورسیکلت در ایران را در نظر بگیرید. در این بازار دو محصول جایگزین توسط دو شرکت نیرو موتور و کویر موتور تولید شده و توسط دو فروشنده (نماینده‌گی) انحصاری به مشتریان فروخته می‌شوند. شرکت نیرو موتور محصولات خود را بدون انجام هرگونه تبلیغات به فروش می‌رساند، درحالی‌که شرکت کویر موتور در نظر دارد از طریق تبلیغات بر روی افزایش سطح فروش محصولاتش سرمایه‌گذاری کند. این سرمایه‌گذاری به صورت مشارکتی بوده و فروشنده مربوطه بخشی از آن را برعهده دارد.

فرض کنید هزینه تولید هر واحد موتورسیکلت برای شرکت‌های نیرو موتور و کویر موتور یکسان و برابر با $c_1 = c_2 = 60$ (برحسب میلیون تومان) باشند. همچنین پتانسیل فروش سالانه موتورسیکلت برای دو شرکت نیز یکسان و برابر با $a_1 = a_2 = 5000$ واحد تخمین زده شده‌اند. با افزایش قیمت یک محصول به اندازه یک میلیون تومان، تقاضای آن به تعداد $b_1 = 50$ واحد کاهش و تقاضای محصول دیگر به تعداد $b_2 = 10$ واحد افزایش می‌یابند. همچنین با افزایش میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات توسط کویر موتور به اندازه یک میلیون تومان، تقاضای آن به تعداد $r_2 = 0.04$ واحد افزایش و تقاضای شرکت نیرو موتور به تعداد $r_1 = 0.008$ واحد کاهش می‌یابند. میزان سرمایه‌گذاری انجام شده توسط شرکت کویر موتور برای تبلیغات محصولاتش برابر با $A = 50000$ (برحسب میلیون تومان) است. لازم به ذکر است که سهم سود تولیدکننده و فروشنده هر محصول از همکاری ایجادشده در حالت همکاری نیز به ترتیب برابر با $f = 0.65$ و $1 - f = 0.35$ در نظر گرفته شده‌اند.

در این شرایط تحت حالت‌های رقابتی و همکاری موردبررسی، مقادیر مربوط به قیمت‌های تعیین‌شده، سهم فروشنده در تبلیغات انجام‌شده توسط شرکت کویر موتور، تقاضای محصولات و سودهای تخصیص داده‌شده به اعضا مطابق با آنچه که در جدول (۳) ارائه شده است، خواهند بود. شایان ذکر است که تمامی قیمت‌ها و سودها در جدول (۳) بر حسب میلیون تومان هستند.

ذکر است که سهم سود تولیدکننده و فروشنده هر محصول از همکاری ایجادشده در این حالت به ترتیب برابر با f و $1 - f$ ($0 < f < 1$) در نظر گرفته شده‌اند.

در ادامه جواب تعادلی مسأله در حالت همکاری تعیین می‌گردد. با محاسبه مشتق‌های مرتبه اول و دوم توابع سود زنجیره‌تأمین محصولات ارائه‌شده در روابط (۷) و (۸) داریم:

$$\frac{d\pi_1}{dp_1} = a_1 - b_1(2p_1 - c_1) + b_2p_2 - Ar_1 \quad (۲۳)$$

$$\frac{d^2\pi_1}{dp_1^2} = -2b_1 < 0 \quad (۲۴)$$

$$\frac{d\pi_2}{dp_2} = a_2 - b_1(2p_2 - c_2) + b_2p_1 + Ar_2 \quad (۲۵)$$

$$\frac{d^2\pi_2}{dp_2^2} = -2b_1 < 0 \quad (۲۶)$$

با توجه به منفی بودن مشتق‌های مرتبه دوم ارائه شده در روابط (۲۴) و (۲۵) توابع سود π_1 و π_2 به ترتیب نسبت به p_1 و p_2 به صورت اکیداً مقعر هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جواب حاصل از حل همزمان مشتق‌های مرتبه اول محاسبه‌شده در روابط (۲۳) و (۲۵) در صورت شدنی بودن تعادل مسأله را تولید می‌کند. با حل همزمان مشتق‌های مرتبه اول ارائه‌شده در این روابط، قیمت‌های فروش محصولات به مشتریان به صورت زیر بدست می‌آیند:

$$p_1^{**} = \frac{2a_1b_1 + 2b_1^2c_1 - 2Ab_1r_1}{4b_1^2 - b_2^2} + \frac{a_2b_2 + b_1b_2c_2 + Ab_2r_2}{4b_1^2 - b_2^2} \quad (۲۷)$$

$$p_2^{**} = \frac{2a_2b_1 + a_1b_2 - Ab_2r_1}{4b_1^2 - b_2^2} + \frac{2b_1^2c_2 + b_1b_2c_1 + 2Ab_1r_2}{4b_1^2 - b_2^2}$$

با جای‌گذاری تصمیمات اتخاذشده در روابط (۱)، (۲)، (۳) و (۷) و (۸) تقاضای محصولات (d_1^{**} و d_2^{**}) و مقادیر سود کل مربوط به زنجیره‌تأمین آن‌ها (π_1^{**} و π_2^{**}) بدست خواهند آمد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در این حالت قیمت‌های فروش محصولات از تولیدکننده‌ها به فروشنده‌ها و سهم فروشنده ۲ در تبلیغات انجام‌شده برای محصول ۲ در نظر گرفته نشده‌اند. همچنین سهم سود هر کدام از اعضا در همکاری ایجادشده برای حداکثر نمودن کل سود زنجیره‌تأمین محصولات مشخص نیست. در ادامه سعی بر آن داریم تا مقادیر مذکور را تعیین کنیم.

سهم سود حاصل از همکاری تولیدکننده و فروشنده هر محصول در حالت همکاری به ترتیب برابر با f و $1 - f$ در نظر گرفته شده‌اند. در این شرایط سود حاصل از همکاری ایجادشده به صورت زیر میان اعضا تسهیم می‌گردد:

$$\pi_{m1}^{**} = f\pi_1^{**} \quad (۲۸)$$

$$\pi_{m2}^{**} = f\pi_2^{**} \quad (۲۹)$$

$$\pi_{s1}^{**} = (1 - f)\pi_1^{**} \quad (۳۰)$$

$$\pi_{s2}^{**} = (1 - f)\pi_2^{**} \quad (۳۱)$$

$$\begin{aligned} (\pi_{m2}^*)^A > (\pi_{m2}^*)^0, (\pi_{s2}^*)^A > (\pi_{s2}^*)^0 &\leftrightarrow A < A_1 \\ (\pi_{m2}^{**})^A > (\pi_{m2}^{**})^0, (\pi_{s2}^{**})^A > (\pi_{s2}^{**})^0 &\leftrightarrow A < A_2 \end{aligned}$$

(۳۳)

که در آن داریم:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1.77b_2^4 - b_1^3b_2(1.5c_2r_1 + 0.5c_1r_2)}{b_1(0.56b_2^2r_1^2 - 1.5b_1b_2r_1r_2 + b_1^2r_2^2)} \\ &+ \frac{1.13b_1b_2^3c_2r_1 + b_1^4(2.c_2r_2 + 5.6)}{b_1(0.56b_2^2r_1^2 - 1.5b_1b_2r_1r_2 + b_1^2r_2^2)} \\ &+ \frac{b_1^2b_2^2(0.38c_1r_1 - 1.5c_2r_2 - 6.3)}{b_1(0.56b_2^2r_1^2 - 1.5b_1b_2r_1r_2 + b_1^2r_2^2)} \\ A_2 &= \frac{(4b_1^2 - b_2^2)^2}{b_1(b_2r_1 - 2b_1r_2)^2} \\ &+ \frac{2b_1(b_1b_2c_1 - 2b_1^2c_2 + b_2^2c_2)(b_2r_1 - 2b_1r_2)}{b_1(b_2r_1 - 2b_1r_2)^2} \end{aligned}$$

با توجه به رابطه (۳۳)، به‌عنوان نتیجه می‌توان گفت که در حالت‌های رقابتی و یا همکارانه اگر مقدار سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات محصول ۲ کمتر از به‌ترتیب A_1 و یا A_2 باشند، آنگاه برای تولیدکننده و فروشنده این محصول مقرون‌به‌صرفه است که برای افزایش فروش آن تبلیغات کنند.

در ادامه به این سؤال پاسخ می‌دهیم که تحت چه شرایطی تولیدکننده و فروشنده هر محصول ترجیح می‌دهند که به‌جای رقابت با یکدیگر همکاری نمایند؟ با مقایسه مقادیر سود اعضا تحت حالت‌های رقابتی و همکارانه داریم:

$$\begin{aligned} \pi_{m1}^{**} > \pi_{m1}^* &\leftrightarrow f > f_1 \\ \pi_{m2}^{**} > \pi_{m2}^* &\leftrightarrow f > f_2 \\ \pi_{s1}^{**} > \pi_{s1}^* &\leftrightarrow f < 1 - f_1 \\ \pi_{s2}^{**} > \pi_{s2}^* &\leftrightarrow f < 1 - f_2 \end{aligned}$$

(۳۴)

که در آن داریم:

$$\begin{aligned} J_1 &= 4a_1b_1 + 3a_2b_2 - 4b_1^2c_1 + b_1b_2c_2 - 4Ab_1r_1 \\ &+ 3b_2^2c_1 + 3Ab_2r_2 \\ J_2 &= 2a_1b_1 + a_2b_2 - 2b_1^2c_1 + b_1b_2c_2 - 2Ab_1r_1 \\ &+ b_2^2c_1 + Ab_2r_2 \\ J_3 &= 4a_2b_1 + 3a_1b_2 - 4b_1^2c_2 + 3b_2^2c_2 - 3Ab_2r_1 \\ &+ b_1b_2c_1 + 4Ab_1r_2 \\ J_4 &= 2a_2b_1 + a_1b_2 - 2b_1^2c_2 + b_2^2c_2 - Ab_2r_1 \\ &+ b_1b_2c_1 + 2Ab_1r_2 \\ f_1 &= \frac{2(4b_1^2 - b_2^2)^2J_1^2}{(16b_1^2 - 9b_2^2)^2J_2^2} \\ f_2 &= \frac{(4b_1^2 - b_2^2)^2(2b_1J_3^2 - 0.7A(16b_1^2 - 9b_2^2)^2)}{(16b_1^2 - 9b_2^2)^2(b_1J_4^2 - A(4b_1^2 - b_2^2)^2)} \end{aligned}$$

در واقع با توجه به رابطه (۳۴)، تولیدکننده‌های محصولات ۱ و ۲ هنگامی از توافق ایجادشده در بازی همکارانه سود می‌برند که سهم سود آن‌ها از این همکاری بیشتر از به‌ترتیب f_1 و f_2 باشند. همچنین مقادیر سود فروشنده‌های محصولات ۱ و ۲ در حالت همکارانه بیشتر از حالت رقابتی هستند، اگر سهم سود تولیدکننده‌های مربوطه از این همکاری کمتر از به‌ترتیب $1 - f_1$ و $1 - f_2$ باشند. به‌عبارت دیگر تحت برخی شرایط مرزی مقادیر سود اعضا در حالت همکارانه بیشتر از حالت رقابتی خواهند بود.

به‌وضوح در مثال موردبررسی مقادیر پارامترهای مسأله برای دو محصول یکسان بوده و تنها تفاوت مربوط به تبلیغات انجام‌شده توسط شرکت کویر موتور است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۳)، تقاضای شرکت کویر موتور و مقادیر سودهای تخصیص‌داده‌شده به تولیدکننده و فروشنده آن بیشتر از مقادیر مذکور برای شرکت نیرو موتور هستند؛ بنابراین می‌توان گفت که سرمایه‌گذاری انجام شده توسط شرکت کویر موتور بر روی تبلیغات محصولاتش مقرون‌به‌صرفه بوده است. همچنین مقادیر سود اعضا در حالت همکارانه بیشتر از حالت رقابتی هستند. به‌عنوان نتیجه می‌توان گفت که همکاری ایجادشده میان تولیدکننده و فروشنده هر کدام از دو محصول از دیدگاه آن‌ها اقتصادی است.

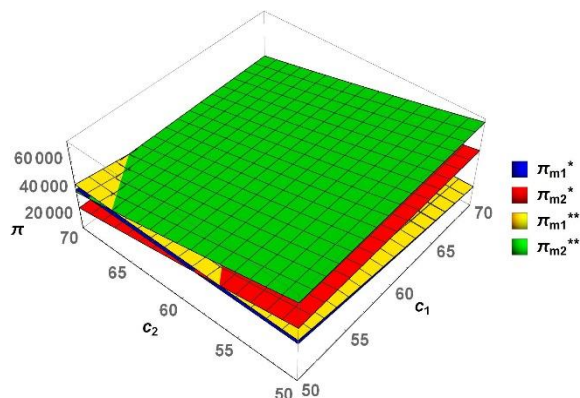
جدول (۳). نتایج مربوط به مثال عددی موردبررسی

نماد	متغیر	حالت رقابتی	حالت همکارانه
w_1	قیمت فروش هر واحد محصول نیرو موتور به فروشنده	۸۹/۵۷	۷۷/۹۱
w_2	قیمت فروش هر واحد محصول کویر موتور به فروشنده	۱۱۰/۴۴	۹۲/۴۶
p_1	قیمت فروش هر واحد محصول نیرو موتور به مشتریان	۱۰۴/۳۵	۸۶/۸۷
p_2	قیمت فروش هر واحد محصول کویر موتور به مشتریان	۱۳۵/۶۵	۱۰۸/۶۹
k	سهم فروشنده در تبلیغات انجام‌شده توسط شرکت کویر موتور	۰/۳۰	۰/۳۱
d_1	تقاضای شرکت نیرو موتور	۷۳۹	۱۳۴۳
d_2	تقاضای شرکت کویر موتور	۱۲۶۱	۲۴۳۴
π_{m1}	سود شرکت نیرو موتور	۲۱۸۵۲/۵۵	۲۳۴۶۲/۶۱
π_{m2}	سود شرکت کویر موتور	۲۸۵۹۱/۶۸	۴۴۵۳۸/۳۶
π_{s1}	سود فروشنده شرکت نیرو موتور	۱۰۹۲۶/۲۸	۱۲۶۲۳/۷۱
π_{s2}	سود فروشنده شرکت کویر موتور	۱۶۷۹۵/۸۴	۲۳۹۸۲/۲۰

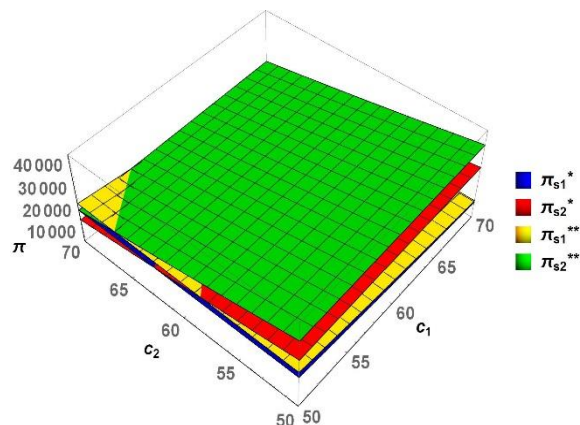
۶. نتایج

در این بخش با طرح برخی سؤالات، مدل‌های مورد بررسی در حالت‌های رقابتی و همکارانه تحلیل شده و برخی نتایج و نکات مدیریتی ارائه خواهند شد.

ابتدا به این سؤال پاسخ می‌دهیم که تحت چه شرایطی برای تولیدکننده و فروشنده محصول ۲ مقرون‌به‌صرفه است که برای افزایش فروش این محصول تبلیغات نمایند؟ فرض کنید که سودهای تولیدکننده و فروشنده محصول ۲ هنگامی که برای افزایش فروش این محصول تبلیغات نمی‌کنند ($A = 0$) به‌ترتیب برابر با π_{s2}^0 و π_{m2}^0 بوده و سودهای آن‌ها هنگامی که به‌اندازه A بر روی تبلیغات سرمایه‌گذاری می‌کنند، به‌ترتیب برابر با π_{s2}^A و π_{m2}^A باشند. در این صورت با مقایسه این مقادیر سود داریم:

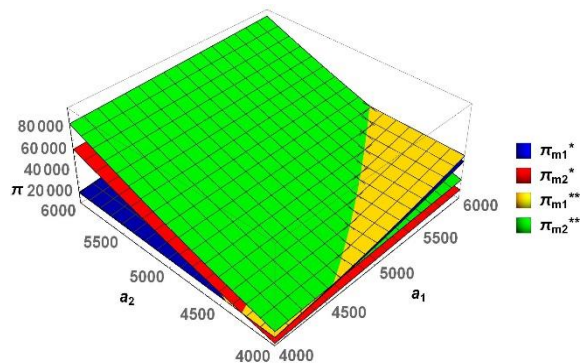


شکل (۳-الف). نحوه تغییر سود تولیدکننده‌ها بر حسب c_1 و c_2

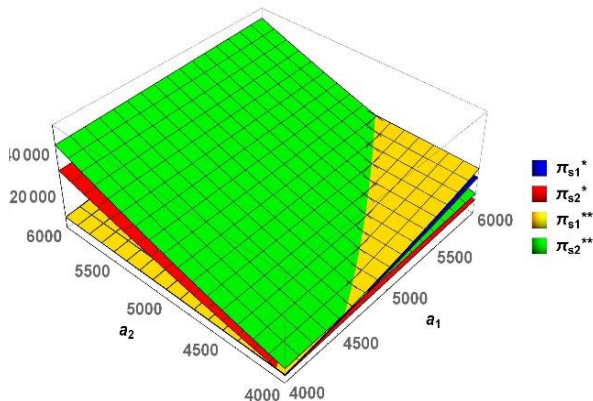


شکل (۳-ب). نحوه تغییر سود فروشنده‌ها بر حسب c_1 و c_2

شکل (۳). تحلیل حساسیت هزینه تولید محصولات



شکل (۴-الف). نحوه تغییر سود تولیدکننده‌ها بر حسب a_1 و a_2

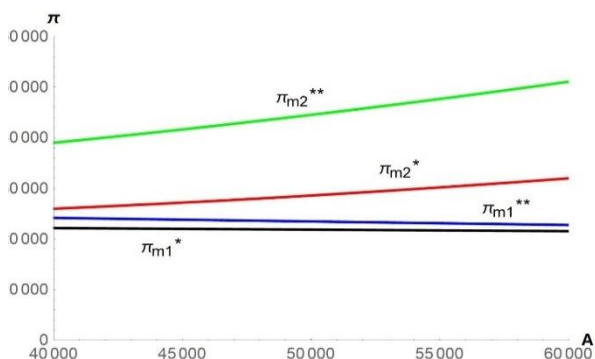


شکل (۴-ب). نحوه تغییر سود فروشنده‌ها بر حسب a_1 و a_2

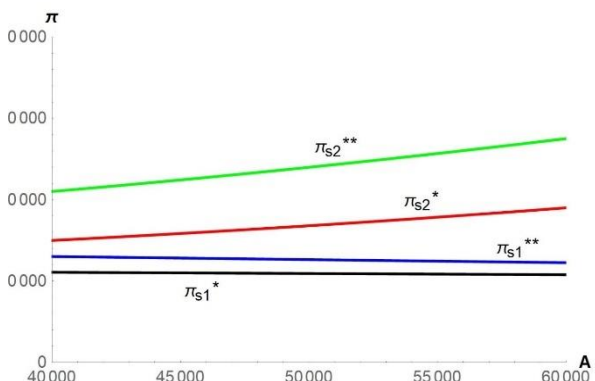
شکل (۴). تحلیل حساسیت پتانسیل فروش محصولات

اکنون یک تحلیل حساسیت انجام می‌شود تا تأثیر پارامترها بر روی مقادیر سود تخصیص داده شده به اعضا مشخص گردند. لازم به ذکر است که مقادیر پیش فرض پارامترها در این شرایط برابر با مقادیر مشخص شده در مثال عددی در نظر گرفته می‌شوند.

نحوه تغییر مقادیر سود اعضا نسبت به میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات محصول ۲ در شکل (۲) نشان داده شده‌اند. با توجه به شکل (۲)، با افزایش میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات محصول ۲، مقادیر سود اعضای زنجیره تأمین این محصول افزایش و مقادیر سود اعضای زنجیره تأمین محصول دیگر کاهش می‌یابند؛ بنابراین از دیدگاه تولیدکننده و فروشنده محصول ۲ اقتصادی است که سرمایه‌گذاری بیشتری بر روی تبلیغات انجام دهند.



شکل (۲-الف). نحوه تغییر سود تولیدکننده‌ها بر حسب A



شکل (۲-ب). نحوه تغییر سود فروشنده‌ها بر حسب A

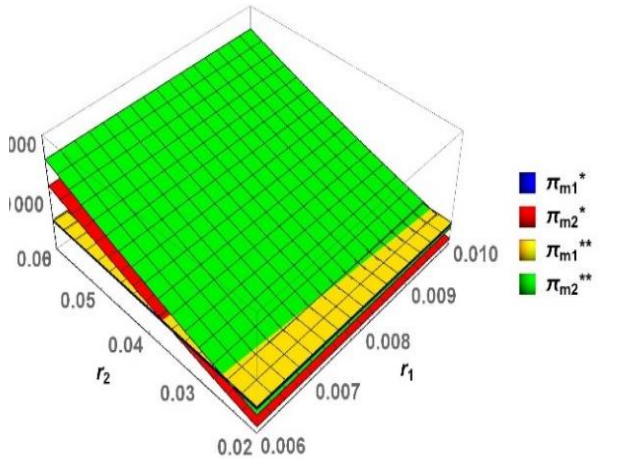
شکل (۲). تحلیل حساسیت سرمایه‌گذاری برای تبلیغات محصول ۲

نحوه تغییر مقادیر سود اعضا نسبت به هزینه تولید محصولات در شکل (۳) نشان داده شده‌اند. با افزایش هزینه تولید هر محصول، مقادیر سود تولیدکننده و فروشنده آن محصول کاهش و مقادیر سود مربوط به اعضای زنجیره تأمین محصول دیگر افزایش می‌یابند. در نتیجه برای تولیدکننده و فروشنده هر محصول بهتر است تصمیماتی اتخاذ کنند که هزینه تولید محصولاتشان را کاهش می‌دهند.

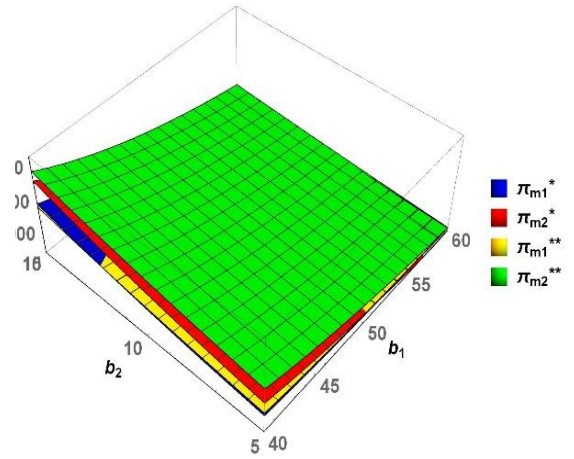
شکل (۴) نحوه تغییر مقادیر سود اعضا را نسبت به پتانسیل فروش محصولات نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، با افزایش پتانسیل فروش محصولات، سود همه اعضا افزایش می‌یابند. بنابراین اتخاذ استراتژی‌هایی که منجر به افزایش پتانسیل فروش محصولات می‌شوند، مقادیر سود همه اعضا را بهبود خواهند داد.

تولیدکننده‌ها محصولاتش را بدون انجام تبلیغات به فروش می‌رساند، درحالی‌که تولیدکننده دیگر قصد دارد برای افزایش فروش محصولات خود سرمایه‌گذاری جدیدی بر روی تبلیغات انجام دهد. شایان ذکر است که این سرمایه‌گذاری به‌صورت مشارکتی بوده و فروشنده مربوطه نیز بخشی از آن را بر عهده خواهد گرفت.

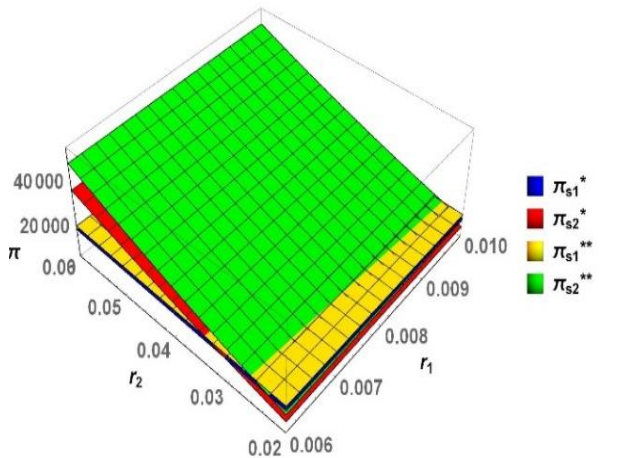
نحوه تغییر مقادیر سود اعضا نسبت به کشسانی‌های قیمتی تقاضای محصولات در شکل (۵) نشان داده شده‌اند. به‌وضوح با کاهش کشسانی تقاضای یک محصول نسبت به قیمت خودش و یا افزایش کشسانی تقاضای آن محصول نسبت به قیمت محصول دیگر، مقادیر سود همه اعضا افزایش می‌یابند.



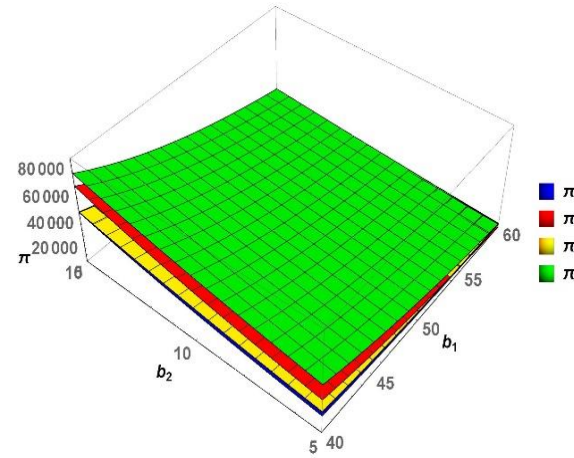
شکل (۶-الف). نحوه تغییر سود تولیدکننده‌ها بر حسب r_2 و r_1



شکل (۵-الف). نحوه تغییر سود تولیدکننده‌ها بر حسب b_2 و b_1



شکل (۶-ب). نحوه تغییر سود فروشنده‌ها بر حسب r_2 و r_1



شکل (۵-ب). نحوه تغییر سود فروشنده‌ها بر حسب b_2 و b_1

شکل (۶). تحلیل حساسیت کشسانی‌های تبلیغاتی تقاضای محصولات

شکل (۵). تحلیل حساسیت کشسانی‌های قیمتی تقاضای محصولات

در ادامه برای تحلیل تصمیمات قیمت‌گذاری و میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات در حالت‌های رقابتی و همکارانه از رویکرد نظریه بازی استفاده گردید. در حالت رقابتی همه اعضا با یکدیگر رقابت نموده و تصمیمات را تنها با در نظر گرفتن سودهای فردی خودشان تعیین می‌کنند، درحالی‌که در حالت همکارانه اعضای زنجیره تأمین مربوط به هر محصول با یکدیگر توافق نموده و تصمیمات خود را طوری اتخاذ می‌کنند که کل سود مربوط به زنجیره تأمین آن محصول حداکثر شود.

در نهایت با تحلیل مدل‌های مورد بررسی و تصمیمات اتخاذ شده، برخی نتایج و نکات مدیریتی ارائه شدند. نتایج نشان می‌دهند که اگر میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات یک محصول کمتر از مقداری مشخص باشد، آنگاه برای تولیدکننده و فروشنده آن محصول

در نهایت شکل (۶) نحوه تغییر مقادیر سود اعضا را نسبت به کشسانی‌های تبلیغاتی تقاضای محصولات نشان می‌دهد. برگرفته از این شکل می‌توان گفت که با افزایش کشسانی‌های تقاضای محصولات نسبت به میزان تبلیغات محصول ۲، مقادیر سود تولیدکننده و فروشنده محصول ۱ کاهش و مقادیر سود تولیدکننده و فروشنده محصول ۲ افزایش می‌یابند.

۷. نتیجه‌گیری

در این تحقیق رقابت میان دو محصول جایگزین در زنجیره تأمین شامل دو تولیدکننده و دو فروشنده مورد بررسی قرار گرفت. در این ساختار، دو محصول جایگزین توسط دو تولیدکننده رقیب تولید و به‌وسیله دو فروشنده رقیب به مشتریان تحویل داده می‌شوند. یکی از

- Advertising, 41(3): 462-499.
- [10] Campbell, C., Plangger, K., Sands, S., Kietzmann, J. (2022). Preparing for an era of deepfakes and AI-generated ads: A framework for understanding responses to manipulated advertising, *Journal of Advertising*, 51(1): 22-38.
- [11] Noor, U., Mansoor, M., Rabbani, S. (2022). Brand hate and retaliation in Muslim consumers: does offensive advertising matter?, *Journal of Islamic Marketing*, 13(6): 1395-1413.
- [12] De Keyzer, F., Dens, N., De Pelsmacker, P. (2022). How and when personalized advertising leads to brand attitude, click, and WOM intention, *Journal of Advertising*, 51(1): 39-56.
- [13] [Sides, J., Vavreck, L., Warshaw, C. (2022). The effect of television advertising in united states elections, *American Political Science Review*, 116(2): 702-718.
- [14] Jafari, H., Safarzadeh, S., Azad-Farsani, E. (2022). Effects of governmental policies on energy-efficiency improvement of hydrogen fuel cell cars: A game-theoretic approach, *Energy*, 254: 124394.
- [15] Jafari, H. (2019). Sustainable development by reusing of recyclables in a textile industry including two collectors and three firms: A game-theoretic approach for pricing decisions, *Journal of Cleaner Production*, 229: 598-610.
- [16] Jafari, H. (2022). Investigating environmental and economic aspects of sustainability by recycling PET plastic bottles: A game-theoretic approach, *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1: 1-14.
- [17] SeyedEsfahani, M.M., Biazaran, M., Gharakhani, M. (2011). A game theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer-retailer supply chains, *European Journal of Operational Research*, 211(2): 263-273.
- [18] Li, S.X., et al. (2002). Cooperative advertising, game theory and manufacturer-retailer supply chains, *Omega*, 30(5): 347-357.
- [19] Ahmadi Javid, A., Hoseinpour, P. (2011). A game-theoretic analysis for coordinating cooperative advertising in a supply chain, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 149: 138-150.
- [20] Aust, G., Buscher, U. (2012). Vertical cooperative advertising and pricing decisions in a manufacturer-retailer supply chain: A game-theoretic approach, *European Journal of Operational Research*, 223(2): 473-482.
- [21] Ghashghaei, H., Mozafari, M. (2020). A game theoretic approach to coordination of pricing, ordering, and co-op advertising in supply chains with stochastic demand, *Scientia Iranica*, 27(6): 3289-3304.
- [22] Hafezalkotob, A., Khodabakhsh, M., Saghaei, A., Eshghipour, M. (2018). Cooperation of advertising companies in social networks: A graph and game theory approaches, *Computers & Industrial Engineering*, 125: 212-220.
- [23] Chaab, J., Rasti-Barzoki, M. (2016). Cooperative advertising and pricing in a manufacturer-retailer supply chain with a general demand function; A game-theoretic approach, *Computers & Industrial Engineering*, 99: 112-123.
- [24] Malekian, Y., Rasti-Barzoki, M. (2019). A game theoretic approach to coordinate price promotion and advertising policies with reference price effects in a two-echelon supply chain, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 51: 114-128.
- [25] Jørgensen, S., Zaccour, G. (2014). A survey of game-theoretic models of cooperative advertising, *European Journal of Operational Research*, 237(1): 1-14.
- [26] Yu, Y., Huang, G.Q., Liang, L. (2009). Stackelberg game-مقرون‌به‌صرفه است که برای افزایش فروش تبلیغات کنند. تحت برخی شرایط مرزی مقادیر سود اعضا در حالت همکاری بیشتر از حالت رقابتی هستند. با افزایش هزینه تولید هر محصول، مقادیر سود تولیدکننده و فروشنده آن محصول کاهش و مقادیر سود مربوط به اعضای زنجیره تأمین محصول دیگر افزایش می‌یابند. اتخاذ استراتژی‌هایی که پتانسیل فروش محصولات را افزایش می‌دهند، منجر به بهبود سود همه اعضا خواهند شد. همچنین با افزایش میزان سرمایه‌گذاری بر روی تبلیغات یک محصول، مقادیر سود اعضای زنجیره تأمین آن محصول افزایش و مقادیر سود اعضای زنجیره تأمین محصول دیگر کاهش می‌یابند.
- برخی محدودیت‌های در نظر گرفته شده در تحقیق فعلی در ادامه مطرح می‌شوند. در این تحقیق از یک تابع خطی برای تعیین تقاضای محصولات استفاده شده است؛ در حالی که می‌توان از انواع دیگر توابع (از جمله تابع غیرخطی) برای محاسبه تقاضای محصولات استفاده نمود. همچنین مسأله مورد بررسی در این تحقیق تحت شرایط قطعی تحلیل شده است؛ در حالی که در مسائل دنیای واقعی یک عدم قطعیت در تعیین پارامترهای مسأله وجود دارد.
- ### مراجع
- [1] Huang, M.H., Trusov, M. (2020). Customer satisfaction underappreciation: The relation of customer satisfaction to CEO compensation, *International Journal of Research in Marketing*, 37(1): 129-150.
- [2] Anton, R., Chenavaz, R.Y., Paraschiv, C. (2023). Dynamic pricing, reference price, and price-quality relationship, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 146: 104586.
- [3] Kaur, A., Janmaat, J. (2023). Investigating the impacts of drinking water quality on house prices: A household production function approach, *Water Resources and Economics*, 41: 100213.
- [4] Zhu, G., Zhang, J., Xing, E., Han, D. (2022). Pricing and quality decisions with conspicuous consumers, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 165: 102857.
- [5] Hatsumi, K., Ishii, R. (2022). The effect of price on the quality of public construction in Japan, *Japan and the World Economy*, 62: 101134.
- [۶] محمدی زنجیرانی، داریوش (۱۴۰۰). تأثیر قیمت‌گذاری و تبلیغات بر رقابت بین تولیدکننده و خرده‌فروش با وجود فروش مستقیم، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۹: ۱-۱۵.
- [۷] مرادی، سوسن (۱۴۰۰). تعیین تعداد دفعات بهینه تبلیغات و دوره سفارش‌دهی توزیع‌کننده با در نظر گرفتن محصولات دارای نقص، خطای انسانی حین بازرسی، سیاست پرداخت اعتباری دوسطحی و تقاضای وابسته به تبلیغات، نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۹: ۱۵-۴۵.
- [8] Quach, S., Septianto, F., Thaichon, P., Nasution, R.A. (2022). The role of art infusion in enhancing pro-environmental luxury brand advertising, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 64: 102780.
- [9] Li, M. (2022). Influence for social good: Exploring the roles of influencer identity and comment section in Instagram-based LGBTQ-centric corporate social responsibility advertising, *International Journal of*

- [30] Wang, N., Zhang, T., Fan, X., Zhu, X. (2020). Game theoretic analysis for advertising models in dual-channel supply chains, *International Journal of Production Research*, 58(1): 256-270.
- [31] Yan, R., Pei, Z. (2015). The strategic value of cooperative advertising in the dual-channel competition, *International Journal of Electronic Commerce*, 19(3): 118-143.
- [32] Zarei, J., Rasti-Barzoki, M., Hejazi, S.R. (2021). A game theoretic approach for integrated pricing, lot-sizing and advertising decisions in a dual-channel supply chain, *International Journal of Operational Research*, 40(3): 342-365.
- [33] Hua, M., Lai, I.K.W., Tang, H. (2019). Analysis of advertising and a points-exchange incentive in a reverse supply chain for unwanted medications in households based on Game Theory, *International Journal of Production Economics*, 217: 259-268.
- theoretic model for optimizing advertising, pricing and inventory policies in vendor managed inventory (VMI) production supply chains, *Computers & Industrial Engineering*, 57: 368-382.
- [27] Agrawal, D. (1996). Effect of brand loyalty on advertising and trade promotions: A game theoretic analysis with empirical evidence, *Marketing science*, 15(1): 86-108.
- [28] Shoeleh, R., Seifbarghy, M., Pishva, D. (2019). Modelling pricing, vertical co-op advertising and quality improvement in a non-cooperative three-echelon supply chain using game theory approach, *RAIRO-Operations Research*, 53(5): 1937-1965.
- [29] Zhang, H., Zhang, Q. (2018). A study of cooperative advertising in a one-manufacturer two-retailer supply chain based on the multi-stage dynamic game theory, *International Journal of Computational Science and Engineering*, 16: 85-97.



DOI: 10.22084/IER.2023.27673.2122

A Game-Theoretic Approach to Analyze Pricing and Cooperative Advertising Decisions for Two Substitutable Products in a Supply Chain Containing Two Manufacturers and Two Sellers

H. Jafari*

Assistant Professor, Industrial Engineering Group, Golpayegan College of Engineering, Isfahan University of Technology, Golpayegan, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2023/3/29

Accepted: 2023/7/15

Keywords:

Competitive Market
Supply Chain Management
Pricing
Cooperative Advertising
Game Theory

ABSTRACT

In the current study, the competition between two substitutable products is investigated on a supply chain containing two manufacturers and two sellers. In this structure, two substitutable products are made by two competing manufacturers and are then delivered to customers through two competing sellers. One of the manufacturers sells his products with no investment on advertising, whereas another one aims to attract more customers by investing on the advertisement level. In this setting, a cooperative advertising contract is implemented between the manufacturer and seller of the second product in which the seller undertakes a portion of the related investment. Then, the game theory is applied to make the pricing and advertising decisions under the considered problem. Note that in the previous studies, the issue of the cooperative advertising has been considered for a specific product and then the game theory has been used in order to set the decisions among its supply chain members, while in this research, two substitutable products are considered and the effect of implementing a cooperative advertising contract is investigated on their demands and the profit values of their supply chain members. Regarding the results, increasing the elasticity of the demand for a product with respect to its advertisement level leads to enhancing the profits for its members and reducing the profits for the others. Moreover, if the required budget does not exceed a specific value, then investing on the advertisement level of a product is beneficial for its members.

* Corresponding author. H. Jafari

Tel.: 031-57243238; E-mail address: hamed.jafari@iut.ac.ir