



## توسعه یک مدل جدید مبتنی بر تئوری بازی برای تحلیل توسعه تأمین‌کننده با لحاظ همکاری و رقابت همزمان در زنجیره تأمین

فرهاد کافی<sup>۱</sup>، سید محمد تقی فاطمی قمی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

<sup>۲</sup> استاد دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران

### خلاصه

شرکت‌ها به‌منظور ایجاد تمرکز فعالیت‌ها بر روی توانمندی‌های محوری، به‌طور فزاینده‌ای کالاها و خدمات مورد نیاز خود را از تأمین‌کنندگان بیرونی خریداری می‌کنند. حال چنانچه عملکرد یک تأمین‌کننده ضعیف باشد، شرکت‌های خریدار آگاه با دو گزینه روبه‌رو هستند: اجرای برنامه‌های توسعه‌ای به منظور بهبود وضعیت عملکردی تأمین‌کننده فعلی یا تعویض با تأمین‌کننده جدید با وضعیت عملکردی بهتر تحت شرایط معین. مسأله زمانی چالش‌برانگیزتر است که شرکت خریدار، ملزومات مورد نیاز خود را از تأمین‌کننده‌ای خریداری نماید که با آن تأمین‌کننده در بازار نیز رقابت داشته باشد؛ رویه‌ای که امروزه مصادیق زیادی در صنایع مختلف دارد. به منظور مطالعه تحلیلی مسأله، در این مقاله مدل ریاضی ارائه می‌شود تا گزینه‌های توسعه تأمین‌کننده فعلی و تمایل به تأمین‌کننده جدید را با یکدیگر مقایسه نماید. به ویژه، سه شرکت رقیب در بازار با یک محصول نهایی در شرایطی در نظر گرفته می‌شود که یکی از شرکت‌ها محصول خود را از یکی شرکت‌های رقیب تهیه می‌نماید. از آنجا که این شرکت از عملکرد تأمین‌کننده خود به لحاظ قیمت رضایتمندی ندارد، ممکن است به‌منظور کمک برای کاهش هزینه‌ها با او وارد سرمایه‌گذاری همکارانه شود. به علاوه، این امکان وجود دارد که شرکت خریدار تأمین‌کننده فعلی را رها نماید و به شرکت تأمین‌کننده جدید با هزینه کمتر متمایل شود. به رغم تضاد با برداشت اولیه، تحلیل‌های ریاضی نشان می‌دهد که تحت شرایط معین، همکاری با رقیب بر رها کردن وی برتری دارد.

### اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۳۹۲/۵/۱

پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴

کلمات کلیدی:

تئوری بازی

توسعه تأمین‌کننده

تعویض تأمین‌کننده

خرید

رقابت

همکاری و رقابت همزمان

### ۱- مقدمه

امروزه راهبردی در صنایع مختلف به‌طور گسترده و فزاینده به کار گرفته می‌شود که در آن یک شرکت مواد خام، قطعات، محصولات و

خدمات موردنیاز خود را از تأمین‌کنندگان بیرونی خریداری می‌نماید، به نحوی که بتواند در توانمندی‌های محوری خود، در فرآیندهایی نظیر تحقیق و توسعه و بازاریابی تمرکز نماید. با توجه به نقش حیاتی تأمین در موقعیت رقابتی یک شرکت، عملکرد بالای تأمین‌کننده در برآورده نمودن الزامات زمان، کیفیت و قیمت از اهمیت بالایی برای شرکت‌های خریدار برخوردار است. حال چنانچه الزامات عملکردی یک شرکت خریدار در مقایسه با توانمندی‌های تأمین‌کننده قابل برآورده کردن نباشد، شرکت خریدار به‌طور نوعی به دو شیوه از خود

\* نویسنده مسئول. سید محمد تقی فاطمی قمی

تلفن: ۰۲۱-۶۴۵۴۵۳۸۱ پست الکترونیکی: fatemi@aut.ac.ir

(شرکت ۱) برای همان محصول در بازار ندارد. علت این امر آن است که دامنه سرمایه‌گذاری محدود به فرآیندهای لجستیکی مرتبط با شرکت ۳ است نظیر ایجاد EDI یا سیستم تدارکات الکترونیکی میان دو شرکت. بنابراین، هدف از طراحی مدل اول، بررسی نوعی همکاری محدود شرکت خریدار با شرکت تأمین‌کننده و رقیب است که متغیرهای تصمیم آن قیمت فروش محصولات سه شرکت و میزان سطح تلاش همکارانه شرکت خریدار در توسعه شرکت تأمین‌کننده است. در این جا در مدل دوم، شرایطی در نظر گرفته می‌شود که فرای مدل اول سرمایه‌گذاری به نحوی بسط داده شده است که هم قیمت خرید شرکت ۳ و هم قیمت بازار شرکت ۱ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علت پشتیبان این فرض، بهبود وسیع‌تری است که علاوه بر لجستیک در فناوری‌های تولیدی صورت گرفته است به‌نحوی که همه محصولات تأمین‌شده از سوی شرکت ۱ را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. هدف از طراحی مدل دوم، برخلاف مدل اول بررسی نوعی همکاری گسترده شرکت خریدار با شرکت تأمین‌کننده و رقیب است که متغیرهای تصمیم آن قیمت فروش محصولات سه شرکت و میزان سطح تلاش همکارانه شرکت خریدار در توسعه شرکت تأمین‌کننده است. در شرایطی که دو مدل قبلی تلاش می‌کنند تا راهبرد توسعه تأمین‌کننده را مورد مطالعه قرار دهند، مدل سوم به مطالعه راهبرد تعویض تأمین‌کننده، می‌پردازد که در آن شرکت ناراضی ۳ به امید آنکه به قیمت‌های پایین‌تری نسبت به شرکت قبلی خود دست پیدا نماید، خریدهایش را از شرکت ۱ متوقف می‌سازد و به شرکت ۲ متمایل می‌شود. هدف از طراحی مدل سوم، بررسی سناریوی انتخاب تأمین‌کننده جدید از سوی شرکت خریدار و کنار گذاشتن شرکت تأمین‌کننده و رقیب فعلی است که متغیرهای تصمیم آن قیمت فروش محصولات سه شرکت است. در نهایت، هدف مقایسه سود حاصل شده برای شرکت‌ها در شرایط تعادل به منظور انتخاب گزینه منطقی توسعه یا تعویض تأمین‌کننده است.

در چنین شرایطی، شرکت‌ها از خود رفتار استراتژیک بروز می‌دهند یعنی رفتاری را از خود بروز می‌دهند که در آن قدرت بازار و واکنش‌های سایر شرکت‌ها در صنعت در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ می‌گردد. یک رویکرد متداول در مطالعه رفتار استراتژیک شرکت‌ها استفاده از تئوری بازی‌ها است. تئوری بازی شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی است که به مطالعه بازی‌های استراتژی نظیر شطرنج می‌پردازد و کاربرد گسترده‌ای در اقتصاد و سایر علوم رفتاری دارد [۵]. از آنجا که رفتارهای استراتژیک فوق از بسیاری از ویژگی‌های بازی‌های استراتژی برخوردار است، تئوری بازی یک چهارچوب دقیق را برای فهم مسأله فراهم می‌نماید. به‌ویژه، در این مقاله، بازی ایستای غیرهمکارانه با مفهوم تعادل نش، جهت یافتن قیمت‌ها و میزان تلاش صورت گرفته جهت کاهش قیمت در حالت تعادل به کار گرفته می‌شود.

توصیفی که تا اینجا ارائه شد باید روشن نموده باشد که پرسش‌های پژوهشی که به بررسی آنها پرداخته خواهد شد عبارتند

واکنش نشان خواهد داد: ۱. توسعه تأمین‌کننده، ۲. تعویض تأمین‌کننده [۱].

راهبردهای متنوعی از سوی شرکت‌های خریدار به کار گرفته می‌شود تا توانمندی‌های تأمین‌کنندگان خود را توسعه بخشند. برای مثال، ارزیابی تأمین‌کننده، ارایه مشوق‌ها برای بهبود عملکرد، ترغیب به رقابت میان تأمین‌کنندگان و مداخله انسانی به‌منظور تربیت کارکنان، به شرکت‌های خریدار کمک می‌کند تا به هدف توسعه تأمین‌کننده دست یابند [۲].

از طرفی، این امکان وجود دارد که خریدار ناراضی به جای توسعه تأمین‌کننده فعلی (رابطه همکارانه) به سراغ تأمین‌کننده دیگری برود (رابطه رقابتی). در این صورت، فاصله رضایتمندی حاصل شده در رابطه رقابتی نسبت به رابطه همکارانه‌ی به ظاهر امیدبخش، کوچک‌تر خواهد بود [۳]. این دیدگاه‌های متضاد یکدیگر، اهمیت یافتن شرایط معین از موضوع مورد مطالعه را برجسته می‌نماید که در انتخاب راهبرد مناسب برای برخورد با تأمین‌کننده با عملکرد نامناسب باید به کار گرفته شود.

مصادیق فراوانی نیز در بسیاری از صنایع تولیدی و خدماتی وجود دارد که یک شرکت ملزومات مورد نیازش را از رقیب خود خریداری می‌نماید. به‌طور مثال، ژانگ و فرازیر [۴] موردی از شرکت آمازون و گروه بردرز را بیان می‌نمایند که اساساً این دو شرکت با یکدیگر رقیب هستند و گروه بردرز خدمات مشتری و پاسخ‌دهی به سفارش‌ها را از شرکت رقیب آمازون تأمین می‌نماید. بنابراین، یک وضعیت چالش‌برانگیز در تصمیم‌گیری راجع به انتخاب راهبرد صحیح برای برخورد با عملکرد ضعیف تأمین‌کننده موردی است که تأمین‌کننده خود یک رقیب در بازار است.

آنچه که مقاله حاضر را از مقالات پیشین متمایز می‌نماید پرداختن به بررسی مسأله توسعه تأمین‌کننده است در شرایطی که تأمین‌کننده خود یک رقیب برای شرکت خریدار به‌شمار می‌آید. در نتیجه سهم علمی این مقاله ارایه نتایجی است که نشان می‌دهد تحت چه شرایطی از بازار و مؤلفه‌های تعریف‌کننده برنامه‌های توسعه، گزینه توسعه تأمین‌کننده رقیب شرکت خریدار بر گزینه تعویض وی برتری دارد.

بنابراین، در این مقاله مدل ریاضی ارایه می‌شود که به تحلیل مسأله توسعه تأمین‌کننده یا تعویض آن در شرایطی که سه شرکت با یکدیگر در بازار رقیب هستند، می‌پردازد. به علاوه، شرکت ۳ محصول خود را از شرکت رقیب ۱ خریداری می‌نماید. چنانچه شرکت ۳ از هزینه تأمین‌کننده فعلی خود راضی نباشد با دو گزینه روبرو است. اول، او وارد یک سرمایه‌گذاری همکارانه با تأمین‌کننده خود شود تا به او کمک کند هزینه‌هایش را کاهش دهد. دوم، او به سراغ رقیب دیگر برود یعنی شرکت ۲. برای مطالعه این مسأله سه مدل توسعه داده می‌شود. در مدل اول، سرمایه‌گذاری همکارانه منتج به کاهش هزینه‌های خرید شرکت خریدار (شرکت ۳) از تأمین‌کننده خودش (شرکت ۱) می‌گردد اما تأثیری بر قیمت محصول تأمین‌کننده

از:

۱. بهترین راهبرد واکنش در حالتی که یک شرکت خریدار از تأمین‌کننده خود ناراضی نیست و در عین حال او به طور همزمان در بازار محصول نهایی رقیب شرکت خریدار است، چیست؟
  ۲. کدام سناریو تحت سطوح مختلف رقابت و تفکیک‌پذیری محصولات، سودبخش‌تر برای شرکت خریدار ۳ است و در نتیجه باید دنبال شود؟
- در ادامه مقاله، بخش دوم، به مرور ادبیات مرتبط با پرسش‌های فوق می‌پردازد. در بخش سوم، مسأله "توسعه یا تعویض تأمین‌کننده" به‌طور ریاضی مدل‌سازی می‌شود تا شرایط رقابتی را تحت سه سناریوی مختلف پوشش دهد. بخش چهارم، به بحث پیرامون یافته‌ها و نتایج حاصل از تحلیل می‌پردازد. در نهایت، بخش پنجم، نتیجه‌گیری مقاله را ارائه می‌دهد و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی بیان خواهد نمود.

## ۲- مرور ادبیات

افزون بر توانمندی‌های اصلی یک شرکت، عملکرد بالای تأمین‌کنندگان آن و گستره بالای توانمندی‌های آنان یک پیش‌نیاز کلیدی برای تحویل محصولات جذاب به بازار پویا و رقابتی بر اساس کیفیت و هزینه است. با توجه به اهمیت برنامه‌های توسعه تأمین‌کننده به منظور پشتیبانی از چنین شرایطی، شرکت‌های خریدار راهبردهای مختلفی را توسعه می‌دهند تا توانمندی‌های تأمین‌کنندگان خود و در نتیجه عملکردشان را بهبود بخشند. در این زمینه، کراس و همکاران [۲] به راهبردهایی نظیر ارزیابی تأمین‌کنندگان، ارائه مشوق‌ها برای بهبود عملکرد، ترغیب رقابت میان تأمین‌کنندگان، مداخله نیروی انسانی به‌منظور تربیت کارکنان بر اساس تئوری منبع محور می‌پردازند و نقش بنیادین تربیت نیروی انسانی را در موفقیت فعالیت‌های توسعه تأمین‌کننده پیشنهاد می‌دهند. پیش از این مطالعه، کراس [۶] موردی میان صنعتی از مسئولین خرید در آمریکای شمالی را مطالعه می‌نماید و در می‌یابد که شرایط محیطی و نگرش مثبت مدیریت ارشد دو عامل مهم به شمار می‌آید که شرکت‌های خریدار را به این امید که بتوانند بهبود چشم‌گیری را در عملکرد تأمین به‌دست آورند، به سمت سرمایه‌گذاری فعالانه در پایگاه‌های تأمین خود سوق می‌دهند.

به‌طور مشابه توکل و واستی [۷] از طریق یک مطالعه تحلیلی نشان می‌دهند که اگر خریدار و تأمین‌کننده برای توسعه محصول در یک همکاری بلندمدت متعامل شوند، هم زمان توسعه محصول و هم عملکرد پروژه به شکل قابل توجهی بهبود می‌یابد. به‌رغم این موضوع، نتیجه این مطالعه به این مفهوم نیست که هیچ تلاش توسعه تأمین‌کننده‌ای با شکست مواجه نمی‌شود. برای مثال، برخی از شرکت‌های خریدار ارزیابی‌های تأمین‌کننده را انجام می‌دهند و نتایج آن را به منظور توسعه تأمین‌کننده به وی اعلام می‌نمایند. اما مطالعه

شهودی پراهینسکی و بنتون [۸] بر روی یک گروه از تأمین‌کنندگان طبقه اول در آمریکای شمالی نشان می‌دهد اعلام نتایج ارزیابی لزوماً منجر به ایجاد بهبود در عملکرد تأمین‌کننده نمی‌شود. کازینز و منگوک [۹] پیشنهاد می‌کنند و نشان می‌دهند که بهبود روابط کسب و کار از طریق فعالیت‌های اجتماعی نظیر برگزاری کنفرانس‌های تأمین‌کننده، بازدیدهای در محل و تشکیل گروه‌های کاری مشترک میان خریدار و تأمین‌کننده میسر است. با افزایش یکپارچگی میان خریداران و تأمین‌کنندگان، تئوری برقراری تعاملات اجتماعی انتظار دارد تا عملکرد عملیاتی و مطابقت با مفاد قراردادی از طریق تعاملات اجتماعی بهبود یابد.

و کورکا و زنک [۱۰] نیز مدل سیستمی را طراحی می‌کنند تا از طریق آن عملکرد تأمین‌کنندگان اندازه کوچک و متوسط را به نحو جمعی و ویژه‌ای برای کسب حداکثر منفعت مالی بهبود بخشند.

مودی و مابرت [۱۱] همچنین مدل مفهومی را براساس مدل‌سازی معادله ساختاری توسعه می‌دهند تا داده‌های ۲۱۵ شرکت تولیدی ایالات متحده با تجربیات توسعه تأمین‌کننده را مورد تحلیل قرار دهند. مطالعه صورت گرفته به این جمع‌بندی می‌رسد که لازم است تا پیش از هرگونه فعالیت انتقال دانش تجربی در قالب بازدید از سایت‌های کارخانه و تربیت نیروی انسانی، تأمین‌کنندگان ارزیابی شده و اعطای گواهی شوند. واگنر و کراس [۱۲] به‌طور شهودی نشان می‌دهند شدت تعامل کارکنان شرکت خریدار و تأمین‌کننده بر تطابق اهداف توسعه تأمین‌کننده با فعالیت‌های توسعه تأمین‌کننده موثر است زیرا این امر به میزان قابل توجهی بر تربیت نیروی انسانی برای انتقال دانش به پرسنل شرکت تأمین‌کننده وابسته است.

تالوری و همکاران [۱۳] نیز مدل‌های بهینه‌سازی را برای یافتن طرح‌های بهینه تخصیص سرمایه‌گذاری به تأمین‌کنندگان مختلف یک کارخانه توسعه می‌دهند. آنها همچنین به مطالعه مسأله همکاری میان دو کارخانه با گروهی از تأمین‌کنندگان مشترک می‌پردازند و در می‌یابند که تحت شرایط معین، همکاری در پروژه‌های سرمایه‌گذاری به‌منظور توسعه توانمندی‌های تأمین‌کننده نظیر مدیریت کیفیت، توسعه محصول و کاهش هزینه از اهمیت بسزایی برخوردار است.

به‌رغم همه این موارد، واگنر [۱۴] به این پرسش مهم می‌پردازد که زمان صحیح برای اجرای برنامه توسعه تأمین‌کننده کدام است به نحوی که بتوان اثربخشی آن را بیشینه نمود. مطالعه شهودی واگنر [۱۴] نشان می‌دهد زمانی که روابط میان خریدار و تأمین‌کننده به سطحی از بلوغ می‌رسد، وقوع برنامه توسعه تأمین‌کننده محتمل‌تر خواهد بود و تلاش‌ها برای توسعه تأمین‌کننده در مراحل اولیه و پایانی دلسرد کننده به نظر می‌رسد.

مشاهداتی از این دست این عقیده را که طبیعت صنعت عاملی تعیین‌کننده برای انتخاب راهبردهای توسعه تأمین‌کننده است، پشتیبانی می‌نماید. برای مثال، در صنعت محصولات غذایی تازه انگلستان، اندازه محصول، نوع محصول، اندازه مشتری و طول مدت زمان ارتباط مشتری بر روابط میان خریداران و تأمین‌کنندگان بر

گزینه توسعه تأمین کننده رقیب شرکت خریدار بر گزینه تعویض وی برتری دارد.

بر این اساس پرسش پژوهشی که در این مقاله به آن پرداخته می شود، همان گونه که در بخش ۱ ذکر گردید، این مقاله را در سه حوزه از ادبیات قرار می دهد: توسعه تأمین کننده، تعویض تأمین کننده و رقابت در بازار.

#### ۱- مدل های ریاضی بررسی توسعه یا تعویض تأمین کننده

در این بخش به منظور بررسی توسعه یا تعویض تأمین کننده ابتدا یک مدل ریاضی عمومی در نظر گرفته می شود. نمادهای به کار رفته در مدل ریاضی در جدول ۱ معرفی شده است. به این منظور فرض بر آن است که یک شرکت خریدار  $B$ ، با دو مجموعه از تأمین کنندگان روبه رو است: ۱. مجموعه تأمین کنندگان بالفعل  $S_1$  با  $N$  عضو، ۲. مجموعه تأمین کنندگان بالقوه  $S_2$  با  $M$  عضو. شرکت خریدار  $B$ ، از همه تأمین کنندگان مجموعه  $S_1$  محصول مورد نظر خود را خریداری می نماید و چنانچه از قیمت شرکت  $S_1 \subset (T_1 \cup T_2) \subset L$  ناراضی باشد، با دو گزینه روبرو است: ۱. هزینه ناشی از خرید از تأمین کننده  $T_1$  را از طریق اعمال تلاش همکارانه موثر  $\delta_i$  در قیمت شرکت تأمین کننده فعلی کاهش می دهد. ۲. خرید خود را از تأمین کننده  $T_2 \subset L$  متوقف می نماید و به یک تأمین کننده  $S_2$   $\phi(i) \in L$  مراجعه می کند که در آن  $\phi: T_2 \rightarrow L \subset S_2$  تابع تعویض تأمین کننده شرکت  $B$  از تأمین کننده  $i \in T_2$  به تأمین کننده  $\phi(i) \in L$  است، فرض می شود  $T_2 = \emptyset$ ،  $T_1 \cap T_2 = \emptyset$ ،  $T_2 \cup T_1 = T$ . به علاوه، فرض کنید  $\sum_{j \in S_1} \alpha_j = 1$  بردار  $N$  مولفه ای نشان دهنده قیمت فروش تأمین کنندگان مجموعه  $S_1$ ، بردار  $M$  مولفه ای نشان دهنده قیمت فروش تأمین کنندگان مجموعه  $S_2$  و بردار  $|T_1|$  مولفه ای نشان دهنده سطح تلاش همکارانه صورت گرفته برای توسعه شرکت های تأمین کننده عضو  $T_1$  و  $c_i$  تابع هزینه همکاری با شرکت  $i \in T_1$  است که به شرکت  $B$  تحمیل می گردد. بنابراین تابع سود  $\pi_B$  متعلق به شرکت  $B$  به صورت:

$$\begin{aligned} \pi_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}, \delta_{T1}) \\ := p_B q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}) \\ - \left( \sum_{i \in T_1} [\alpha_i (p_i - b_i \delta_i) q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}) + \beta_i c_i (\delta_i)] \right) \\ - \sum_{i \in T_2} \alpha_{\phi(i)} p_{\phi(i)} q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}) \\ - \sum_{j \in S_1 \setminus T} \alpha_j p_j q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}), \end{aligned} \quad (1)$$

است. حال مجموعه  $T_1$  به دو زیر مجموعه  $T_1'$  و  $T_1''$  افزایش می شود به نحوی که تلاش همکارانه شرکت  $B$  در کاهش قیمت بازار تأمین کننده  $i \in T_1'$  تأثیری ندارد اما بر قیمت بازار تأمین کننده  $i \in T_1''$  مؤثر است. بنابراین، تابع سود  $\pi_i$  متعلق به شرکت  $i \in T_1'$  به صورت:

حسب توسعه و عملکرد موثر است. بر خلاف ادبیات توسعه تأمین کننده، ادبیات تعویض تأمین کننده محدود است. دمسکی و همکاران [۱۵] به بررسی این مسأله می پردازند که آیا برای خریدار این رفتار بهینه است که تأمین کننده خود را عوض کند یا بر خلاف برداشت عمومی با تأمین کننده ای وارد قرارداد شود که هزینه های تولیدی آن بالاتر از تأمین کننده فعلی است.

واگنر و فرایدل [۱۶] شرایطی را تحلیل می کنند که در آن مشتری ناراضی راجع به تعویض تأمین کننده خود براساس هزینه های واحد محصول تأمین کننده جدید، هزینه های تعویض و قیمت تأمین کننده فعلی تصمیم گیری می نماید تا از میزان صفر تا کامل از تأمین کننده جدید خریداری نماید. لی و همکاران [۱۷] از مطالعه صنایع مختلف درمی یابند که شرکت های خریدار از بی علاقه نسبت به تعویض تأمین کننده در فرآیند انتخاب تأمین کننده رنج می برند.

از طرفی دیگر، مصادیق فراوانی در بسیاری از صنایع تولیدی و خدماتی وجود دارد که یک شرکت ملزومات مورد نیازش را از رقیب خود خریداری می نماید. به طور مثال، ژانگ و فرازیر [۴] موردی از شرکت آمازون و گروه بردرز را بیان می نمایند که اساساً این دو شرکت با یکدیگر رقیب هستند و گروه بردرز خدمات مشتری و پاسخ دهی به سفارش ها را از شرکت رقیب آمازون تأمین می نماید. در مثالی دیگر، طی یک قرارداد شرکت پژو سیتروئن با شرکت تویوتا به منظور به اشتراک گذاری قطعات برای یک ماشین شهری جدید که به طور همزمان تحت نام های پژو ۱۰۷، تویوتا آیگو و سیتروئن C1 به فروش می رسد، با یکدیگر همکاری می کنند. در این قرارداد شرکت ها در هزینه های مشترک با صرفه جویی روبه رو می شوند در حالی که در حوزه های دیگر به شدت رقیب یکدیگر باقی می مانند. مثال های دیگری نیز در در همکاری میان رقبا در صنایع هوافضا، الکترونیک و دارویی نیز وجود دارد که در آن همکاری از طریق به اشتراک گذاری اطلاعات یا یکپارچه سازی یا هماهنگی فرآیندها محقق می گردد [۱۸].

بنابراین، یک وضعیت چالش برانگیز در تصمیم گیری راجع به انتخاب راهبرد صحیح برای برخورد با عملکرد ضعیف تأمین کننده موردی است که تأمین کننده خود یک رقیب در بازار است.

آنچه که مقاله حاضر را از مقالات پیشین متمایز می نماید پرداختن به بررسی مسأله توسعه تأمین کننده است در شرایطی که تأمین کننده خود یک رقیب برای شرکت خریدار به شمار می آید. این موضوع از آن جهت جدید است که در کارهای پیشین یا توسعه تأمین کننده ای مورد توجه قرار گرفته است که رقیب شرکت خریدار نیست (به طور مثال مرجع [۱]) یا خرید از تأمین کننده رقیب به تنهایی مورد توجه قرار گرفته است بدون اینکه مسأله توسعه تأمین کننده مورد توجه باشد (به طور مثال مرجع [۴]). در نتیجه سهم علمی این مقاله آرایه نتایجی است که نشان می دهد تحت چه شرایطی از بازار مانند ویژگی های تقاضا و مؤلفه های تعریف کننده برنامه های توسعه نظیر هزینه پیاده سازی برنامه توسعه تأمین کننده،

در ادامه، از آنجا که استخراج قیمت‌های محصولات شرکت‌ها و سطح تلاش همکاری شرکت خریدار در وضعیت تعادلش در حالت عمومی میسر نیست، حالت خاصی از مدل عمومی ریاضی مورد توجه قرار داده می‌شود که منعکس‌کننده یک الیگوپولی با سه شرکت است. در این بخش فرض شده است که شرکت تأمین‌کننده به طور هم‌زمان رقیب شرکت خریدار است و شرکت خریدار از عملکرد تأمین‌کننده راضی نیست. در نتیجه سه سناریو تحت سطوح مختلف رقابت برای بررسی بهترین راهبرد مورد توجه قرار گرفته می‌شود تا معلوم گردد کدام سناریو برای شرکت خریدار ۳ سودبخش‌تر است و او باید دنبال نماید.

در این جا طبیعت رقابتی بازار از طریق تابع تقاضای وایوز [۱۹]، مدل‌سازی می‌شود:

$$q_i(p_i, p_{-i}) := a - p_i + d(p_j + p_k), \quad (7)$$

$$i, j, k = 1, 2, 3$$

$$i \neq j \neq k.$$

علت انتخاب این تابع تقاضا در ادامه تشریح می‌گردد.

به طور معمول وضعیت رقابتی شرکت‌ها در بازار به چهار حالت تقسیم‌بندی می‌شود (به طور مثال وایوز [۱۹] و تیلور و ویراپانا [۵] را ببینید):

۱. تک‌قطبی

۲. رقابتی

۳. رقابتی تک قطب گرایانه

۴. الیگوپولی

در حالت اول یک شرکت تنها شرکت ارائه‌کننده محصول در بازار است خواه به صورت ذاتی و طبیعی و به واسطه نوع تکنولوژی و سرمایه‌گذاری مورد نیاز تولید محصول دیگر شرکت‌ها امکان ورود به بازار را ندارند مانند شرکت‌های تولیدکننده نفت به ویژه در ابتدای فعالیت این شرکت‌ها یا شرکت تولیدکننده الماس De Beers یا به صورت مصنوعی به واسطه حمایت‌های دولتی مانند برخورداری از مالکیت حق معنوی (کپی‌رایت). در این حالت شرکت دارای قدرت در بازار است و می‌تواند راجع به قیمت و میزان تولید جهت بهینه‌سازی سود به سادگی تصمیم‌گیری نماید و مصرف‌کنندگان مجبور به تبعیت هستند.

در حالت دوم چندین شرکت به ارائه محصول در بازار می‌پردازند. هر شرکت می‌تواند بدون مانع وارد بازار شود یا از آن خارج شود. در این حالت هیچ شرکتی دارای قدرت در بازار نیست و نمی‌تواند قیمت بازار را دستخوش تغییر نماید و به ویژه چنانچه محصول خود را در قیمتی بالاتر از قیمت بازار عرضه نماید، همه مشتریان خود را از دست خواهد داد. اگر یک شرکت میزان تولید خود را نیز کاهش دهد، باز تاثیری در قیمت محصول در بازار نخواهد گذاشت و میزان کاهش یافته در کل تولید توسط سایر تولیدکنندگان جبران خواهد شد.

$$\pi_i(p_B, p_{S1}, p_{S2}, \delta_i) := p_i q_i(p_B, p_{S1}, p_{S2}) + \alpha_i(p_i - b_i \delta_i) q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}), \quad (2)$$

تابع سود  $\pi_i$  متعلق به شرکت  $i \in T_1''$  به صورت

$$\pi_i(p_B, p_{S1}, p_{S2}, \delta_i) := (p_i - b_i \delta_i) q_i(p_B, p_{S1}, p_{S2}) + \alpha_i(p_i - b_i \delta_i) q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}), \quad (3)$$

تابع سود  $\pi_j$  متعلق به شرکت  $j \in [S_1 \setminus (T_1 \cup T_2)]$  به صورت

$$\pi_j(p_B, p_{S1}, p_{S2}) := p_j q_j(p_B, p_{S1}, p_{S2}) + \alpha_j p_j q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}), \quad (4)$$

تابع سود  $\pi_k$  متعلق به شرکت  $k \in [(S_2 \setminus L) \cup T_2]$  به صورت

$$\pi_k(p_B, p_{S1}, p_{S2}) := p_k q_k(p_B, p_{S1}, p_{S2}), \quad (5)$$

و تابع سود  $\pi_{\phi(i)}$  متعلق به شرکت  $\phi(i) \in L \subset S_2$  به صورت

$$\pi_{\phi(i)}(p_B, p_{S1}, p_{S2}) := p_{\phi(i)} q_{\phi(i)}(p_B, p_{S1}, p_{S2}) + \alpha_{\phi(i)} p_{\phi(i)} q_B(p_B, p_{S1}, p_{S2}) \quad (6)$$

است. دقت کنید که در روابط (۱) و (۶)، معادله  $\alpha_{\phi(i)} = \alpha_i$  برقرار است زیرا فرض می‌شود سهم تأمین‌کننده جایگزین شده تأمین‌کننده قبلی از میزان کل تقاضای شرکت خریدار  $B$  برابر سهم تأمین‌کننده قبلی از میزان کل تقاضای شرکت خریدار  $B$  است.

#### جدول (۱): نمادهای به کار رفته در مقاله

نماد	تعریف
$q_i$	تابع تقاضای شرکت $i (i = 1, 2, 3)$
$p_i$	قیمت محصول شرکت $i (i = 1, 2, 3)$
$\pi_i$	سود شرکت $i (i = 1, 2, 3)$
$a$	اندازه کل بازار که سه شرکت در آن به رقابت می‌پردازند.
$d$	درجه جایگزینی پذیری محصول، $0 < d < 1$ .
$\delta_i$	میزان تلاش برای کاهش هزینه شرکت $i$ (به طور مثال بر حسب نفر-ساعت).
$b_i$	ضریب تبدیل میزان تلاش کاهش هزینه شرکت $i$ به دلار در تابع کاهش هزینه، $0 < b < 1$ .
$\beta_i$	ضریب تبدیل تلاش کاهش هزینه شرکت $i$ به دلار در تابع سرمایه‌گذاری.
$S_1$	مجموعه تأمین‌کنندگان بالفعل شرکت خریدار
$S_2$	مجموعه تأمین‌کنندگان بالقوه شرکت خریدار
$T_1$	زیرمجموعه‌ای از مجموعه تأمین‌کنندگان بالفعل $S_1$ که شرکت خریدار از قیمت آنها ناراضی است اما هزینه ناشی از خرید از آنها را از طریق اعمال تلاش همکارانه کاهش می‌دهد.
$T_2$	زیرمجموعه‌ای از مجموعه تأمین‌کنندگان بالفعل $S_1$ که شرکت خریدار از قیمت آنها ناراضی است، خرید خود را از آنها متوقف و به شرکت دیگری مراجعه می‌کند.
$\phi$	تابع تعویض تأمین‌کننده
$L$	زیرمجموعه‌ای از مجموعه تأمین‌کنندگان بالقوه $S_2$ که شرکت خریدار آنها را جایگزین تأمین‌کنندگان قبلی که از آنها ناراضی بود، می‌نماید.
$T_1'$	زیر مجموعه‌ای از مجموعه $T_1$ به نحوی که تلاش همکارانه شرکت خریدار در کاهش قیمت بازار اعضا این مجموعه تاثیری ندارد.
$T_1''$	زیر مجموعه‌ای از مجموعه $T_1$ به نحوی که تلاش همکارانه شرکت خریدار در کاهش قیمت بازار اعضا این مجموعه موثر است.
$\alpha_i$	نسبت میزان خریداری شده از شرکت تأمین‌کننده $i \in S_1$ به میزان کل تقاضای شرکت خریدار

اما تأثیری بر قیمت بازار تأمین کننده برای همان محصول در بازار ندارد. علت این امر آن است که دامنه سرمایه‌گذاری محدود به مسایل لجستیکی مرتبط با شرکت ۳ نظیر ایجاد سامانه‌های تبادل الکترونیکی داده یا سامانه تدارکات الکترونیکی است. بنابراین، در مدل عمومی ریاضی قرار دهید:

$$S_1 := \{2\}, S_2 := \{3\}, T_1 := \{2\}, T'_1 := \{2\}, \quad (8)$$

$$T''_1 := \emptyset, T_2 := \emptyset.$$

در نتیجه، توابع سود شرکت‌ها به صورت زیر مدل‌سازی می‌شوند.

$$\pi_{11}(p_{11}, p_{12}, p_{13}, \delta_1) := p_{11}q_{11}(p_{11}, p_{12}, p_{13}) + (p_{11} - b\delta_1)q_{13}(p_{11}, p_{12}, p_{13}), \quad (9)$$

$$\pi_{12}(p_{11}, p_{12}, p_{13}, \delta_1) := p_{12}q_{12}(p_{11}, p_{12}, p_{13}), \quad (10)$$

$$\pi_{13}(p_{11}, p_{12}, p_{13}, \delta_1) := p_{13}q_{13}(p_{11}, p_{12}, p_{13}) - (p_{11} - b\delta_1)q_{13}(p_{11}, p_{12}, p_{13}) - \beta\delta_1^2. \quad (11)$$

در این مدل، فرض می‌شود شرکت ۳ تقاضای محصول خود را از شرکت ۱ به قیمت  $p_{11} - b\delta_1$  خریداری می‌نماید. همان‌طور که مشاهده می‌گردد این قیمت خرید وابسته به تلاش‌های کاهش هزینه شرکت ۱ است که از سوی دیگر هزینه‌های شرکت ۳ را به میزان  $\beta\delta_1^2$  افزایش می‌دهد زیرا تابع هزینه لازم برای کاهش قیمت را به طور معمول محدب، صعودی اکید و دوبرابر مشتق‌پذیر در نظر می‌گیرند. (به طور مثال مرجع [۲۰] را ببینید). علت این امر آن است که در دنیای واقع در شرایطی که بخواهیم فعالیتی را در بعد معینی بهبود دهیم، به‌طور معمول تلاش لازم برای حصول به یک واحد بهبود، با افزایش بهبود قبلاً حاصل شده افزایش می‌یابد. به‌طور مثال، هزینه و زمان لازم برای صیقل‌کاری یک سطح فلزی با دقت میلی-متری به مراتب کمتر از صیقل‌کاری همان سطح با دقت میکرونی است.

برای ساده‌سازی نمادهای به کار رفته، در ادامه مقاله پارامترهای زیر معرفی می‌شوند.

$$\gamma_{11} := (-2d^2b^2 + 2d^2\beta - 5b^2d + 10d\beta - 2l + 12\beta), \quad (12)$$

$$\gamma_{12} := (-d^2b^2 + 6d\beta - 3b^2d + 10\beta - 2b^2), \quad (13)$$

$$\gamma_{13} := (+8d\beta - d^2b^2 + 16\beta - 4b^2d - 4b^2), \quad (14)$$

$$\vartheta_1 := b(+2 - d - d^2), \quad (15)$$

$$\mu_1 := (-18d^2\beta - 2d^3\beta + 3b^2d^3 - 16d\beta + 2 + 7d^2b^2 - 4b^2). \quad (16)$$

از آنجا که کل تقاضای بازار  $a$  باید به اندازه کافی حجیم باشد تا فضای رقابت برای سه شرکت فراهم شود، این مفهوم به صورت شکلی از طریق شرط

$$a > \max_{\mu_1} \left\{ \frac{\gamma_{1i} - d(\gamma_{1j} - \gamma_{1k})}{\mu_1}, i = 1, 2, 3, i \neq j \neq k \right\}$$

تعریف می‌گردد. کل تقاضای بازار  $a$  که برای سه شرکت تضمین شده است نیز باید قابل توجه باشد تا اجازه حضور فعال شرکت‌ها را در بازار فراهم نماید. این مفهوم حسی نیز با تعریف شرط  $\mu_1 > 0$

در حالت سوم با وضعیت هیبریدی از حالت اول و دوم روبه‌رو هستیم. در این حالت شرکت‌های رقیب محصولی را ارائه می‌کنند که ۱۰۰٪ مشابه یکدیگر نیست. بلکه هر شرکت محصول خود را به لحاظ جنبه‌هایی مهم برای مشتریان خود متمایز ساخته است. در این حالت چنانچه شرکت محصول خود را در قیمتی گران‌تر از محصول مشابه رقیب ارائه نماید همه مشتریان خود را از دست نخواهد داد (مقایسه کنید با حالت دوم) بلکه همچنان گروهی از مشتریان خود را به واسطه علاقه معینی که به این شرکت دارند نظیر کیفیت و برند شرکت حفظ خواهد نمود.

در حالت چهارم تعداد معدودی از شرکت‌ها در یک صنعت وجود دارند که هر یک دارای قدرت در بازار است و تصمیمات وی به‌طور استراتژیک بر سایر شرکت‌ها اثرگذار است. این حالت را در اصطلاح الیگوپولی می‌نامند. حال چنانچه محصول ارائه شده از سوی شرکت‌ها یکسان باشد مانند تولیدکنندگان شمش آلومینیوم یا شمش طلا، الیگوپولی یک حالت خاص از حالت اول خواهد بود و چنانچه محصول ارائه شده از سوی شرکت‌ها تمیز یافته باشد مانند تولیدکنندگان کفش ورزشی نظیر نایک و ریبایا تولیدکنندگان خودرو الیگوپولی یک حالت خاص از حالت سوم است.

شرایطی که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود از جنس الیگوپولی به‌عنوان حالت خاص از حالت سوم است. بنابراین عامل ایجاد رقابت میان شرکت‌ها تمیزی است که آنها در محصول نهایی خود ارائه می‌دهند و به نوعی آن را از محصول نهایی سایر شرکت‌های رقیب متفاوت می‌سازند به طوری که مشتریان براساس سلیقه شخصی محصول یک شرکت را بر شرکت دیگر ترجیح می‌دهند. در این جا در حالی که همه محصولات شرکت‌ها به لحاظ ویژگی‌های اصلی و پایه‌ای یکسان است، ویژگی‌های غیر پایه‌ای و غیر اصلی نظیر کیفیت، برند و خدمات جانبی موجب می‌شود تا یک محصول بر محصول دیگر از نظر یک مشتری معین برتر باشد. در نتیجه، به منظور نشان دادن تأثیر تصمیمات سایر شرکت‌ها بر تصمیم یک شرکت مدل تقاضا را به صورت رابطه (۷) در نظر گرفته‌ایم (به طور مثال وایوز [۱۹] را ببینید). این تابع تقاضا در [۱] نیز برای مطالعه رقابت و همکاری هم‌زمان در زنجیره تأمین به کار گرفته شده است.

در این تابع تقاضا،  $a$  اندازه بازار محصولی است که هر سه شرکت در آن به رقابت می‌پردازند. پارامتر  $d$  نشان‌دهنده میزان جایگزینی‌پذیری محصولات ارائه شده از سوی شرکت‌ها به بازار است. هر چه میزان ارزش  $d$  بالاتر باشد، تأثیر قیمت سایر شرکت‌ها بر قیمت یک شرکت بالاتر خواهد بود.

### ۳-۱-۳ مدل ۱: سرمایه‌گذاری همکارانه بدون تأثیر بر قیمت بازار

در مدل اول، فرض می‌شود که سرمایه‌گذاری همکارانه منجر به کاهش هزینه‌های خرید شرکت خریدار از تأمین‌کننده خود می‌گردد

۳-۲- مد ۲: سرمایه‌گذاری همکارانه با تأثیر بر قیمت بازار در مدل دوم شرایطی فرای مدل اول در نظر گرفته می‌شود که در آن سرمایه‌گذاری به نحوی توسعه یافته است که هم بر قیمت خرید شرکت ۳ و هم بر قیمت بازار شرکت ۱ در بازار مؤثر است. علت پشتیبان این موضوع آن است که بهبودی وسیع‌تر هم در زمینه فرآیندهای لجستیکی و هم در زمینه فناوری‌های تولیدی صورت گرفته است که تمامی محصولات تأمین‌شده توسط شرکت ۱ را پوشش می‌دهد. برخلاف مدل ۱ که در آن طبیعت خاص تلاش‌ها باعث می‌شد تا قیمت شرکت ۱ در بازار بدون تغییر باقی بماند، در مدل ۲، تلاش‌های کاهش هزینه بر کاهش قیمت شرکت ۱ مؤثر خواهد بود. در اینجا فرض می‌شود که بار مالی سرمایه‌گذاری همکارانه بر دوش شرکت ۳ است زیرا شرکت‌های خریدار به‌طور نوعی برنامه‌های توسعه تأمین‌کننده را طراحی و پیاده‌سازی می‌نمایند. بنابراین، در مدل عمومی ریاضی قرار دهید:

$$S_1 := \{2\}, S_2 := \{3\}, T_1 := \{2\}, T'_1 := \emptyset, \quad (17)$$

$$T''_1 := \{2\}, T_2 := \emptyset.$$

در نتیجه، توابع سود شرکت‌ها به صورت زیر است.

$$\pi_{21}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2) := (p_{21} - b\delta_2)q_{21}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2) + (p_{21} - b\delta_2)q_{23}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2), \quad (18)$$

$$\pi_{22}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2) := p_{22}q_{22}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2), \quad (19)$$

$$\pi_{23}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2) := p_{23}q_{23}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2) - (p_{21} - b\delta_2)q_{23}(p_{21}, p_{22}, p_{23}, \delta_2) - \beta\delta_2^2. \quad (20)$$

برای ساده‌سازی نمادهای به کار رفته، در ادامه مقاله پارامترهای زیر معرفی می‌شوند.

$$\gamma_{21} := (-b^2d^3 + 3b^2d - 2b^2 - 2\beta d^2 - 10\beta d - 12\beta), \quad (21)$$

$$\gamma_{22} := (5 + 3d), \quad (22)$$

$$\gamma_{23} := (8 + 4d), \quad (23)$$

$$\vartheta_2 := b(-d^3 + 3d - 2), \quad (24)$$

$$\tau_2 := (-d^3 - 9d^2 - 8d + 10), \quad (25)$$

$$\mu_2 := (2\beta d^3 + 18\beta d^2 + 16\beta d - 20\beta). \quad (26)$$

از آنجا که کل تقاضای بازار  $a$  باید به اندازه کافی حجیم باشد تا فضای رقابت برای سه شرکت فراهم شود، این مفهوم به صورت شکلی از طریق شرط

$$a > \max\left\{\frac{\gamma_{2i-d}(\gamma_{2j}-\gamma_{2k})}{\mu_2}, i = 1, 2, 3, i \neq j \neq k\right\}$$

تعریف می‌گردد. کل تقاضای بازار  $a$  که برای سه شرکت تضمین شده است نیز باید قابل توجه باشد تا اجازه حضور فعال شرکت‌ها را

شکلی‌سازی می‌شود. تضمین یک سهم مناسب از نسبت حداکثری قابل توجه برای هر شرکت نیز مورد نیاز است به گونه‌ای که هر شرکت یک بازیگر فعال در بازار باشد. در نتیجه شرط  $\gamma_{1i} > 0$  تعریف می‌گردد تا از سوی هر شرکت  $i$ ، ( $i = 1, 2, 3$ ) برآورده شود. یک بازار به طور مناسب رقابتی خوانده می‌شود اگر سهم حداکثری از کل تقاضای بازار  $a$  تضمین شده برای سه شرکت قابل توجه باشد و هر شرکت سهم مناسبی از نسبت حداکثر قابل توجه داشته باشد. این موضوع نیز کاملاً منطقی به نظر می‌رسد که پیش از همکاری، یک شرکت باید به صورت بالقوه علاقه‌مند به انجام همکاری با سایر شرکت‌ها باشد. در نتیجه، به منظور افزایش دقت تحلیل، یک شرکت بالقوه مشتاق نامیده می‌شود اگر شرط  $\vartheta_1 > 0$  برقرار باشد. از آنجا که در یک برنامه توسعه تأمین‌کننده منطقی و واقعی هزینه توسعه قابل صرف‌نظر کردن نیست، این مفهوم از طریق الزام ضریب  $\beta$  برای تبدیل تلاش کاهش هزینه به دلار در تابع سرمایه‌گذاری به رعایت شرط مهم  $4\beta - b^2 > 0$  تعریف می‌گردد. این مفهوم نیز روشن است که مرز توسعه تأمین‌کننده بر حسب کاهش هزینه محدود است و از حد معینی در پروژه‌های بهبودی در دنیای واقع تجاوز نمی‌نماید. به صورت شکلی این ایده منطقی از طریق الزام ضریب  $b$  برای تبدیل تلاش کاهش هزینه به دلار در تابع کاهش هزینه به رعایت شرط تعلق به بازه  $\left(0, \frac{\sqrt{2(\beta d^2 + 5\beta d + 6\beta)}}{d+2}\right)$  تعریف می‌گردد.

**گزاره ۱:** اگر یک بازار به طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد، آنگاه در صورتی که شرکت ۳ تلاش‌های کاهش هزینه را برای خرید محصولات از شرکت ۱ در یک قیمت پایین‌تر بدون تأثیر بر قیمت بازار شرکت ۱ انجام دهد، یک تعادل نش منحصربفرد وجود دارد که در آن قیمت بازار شرکت‌ها به صورت  $p_{1i} = \frac{\gamma_{1i}a}{\mu_1}$  ( $i = 1, 2, 3$ ) خواهد بود با این فرض که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف نظر کردن نیست. میزان تلاش صورت گرفته در حالت تعادل برای کاهش قیمت شرکت ۱ که توسط شرکت ۳ هزینه آن پرداخت می‌شود نیز  $\delta_1 = \frac{\vartheta_1 a}{\mu_1}$  حاصل می‌گردد.

**خاصیت ۱:** در یک سرمایه‌گذاری همکارانه بدون تأثیر بر قیمت بازار، شرکت ۳ بالقوه مشتاق است اگر میزان جایگزین‌پذیری محصولات  $d$  به ۱ میل نماید. شرکت ۳ بالقوه مشتاق نیست اگر میزان جایگزین‌پذیری محصولات  $d$  به صفر میل نماید.

خاصیت ۱ بیان می‌دارد که با افزایش میزان جایگزین‌پذیری محصولات و در نتیجه تأثیرگذاری بر تقاضای شرکت‌ها، یک شرکت علاقه‌مندی کمتر خواهد داشت تا با تأمین‌کننده خود همکاری نماید زیرا شدت رقابت به میزان قابل توجهی شدیدتر است. اما در مواردی که رقابت شدت کمتری داشته باشد به نحوی که محصولات با یکدیگر تفاوت قابل تمیزی داشته باشند، رفتار همکارانه بیشتر مورد انتظار است.

بالمقوه مشتاق به همکاری است. خاصیت ۲ یک نتیجه غیرحسی را نشان می‌دهد. این خاصیت بیان می‌دارد که اگرچه فعالیت‌های توسعه تأمین‌کننده بر قیمت بازار شرکت ۱ تأثیر دارد، شرکت ۳ هنوز بالمقوه مشتاق به همکاری است. این بدان معنا است که بر خلاف این حقیقت که همکاری با رقبا ممکن است برای مدیران خوف‌انگیز باشد، اما حتی تحت شرایط به ظاهر عجیب این مدل، شرکت ۳ بالمقوه مشتاق است تا فعالیت‌های توسعه تأمین‌کننده را اجرا نماید. اما واضح است که باید توجه نمود که تصمیم نهایی برای همکاری یا عدم‌همکاری وابسته به تحلیل هزینه و منفعت برنامه است (به طور مثال گزاره‌های بخش ۴-۴-۴ را ببینید). به رغم این موضوع، امکان همکاری با رقبا تحت شرایط پیچیده در این خاصیت مورد تأکید قرار گرفته است.

### ۳-۳-۳ مدل ۳: شرکت خریدار ناراضی تأمین‌کننده خود را تعویض می‌نماید.

در شرایطی که در مدل‌های قبلی تلاش بر این بود تا راهبرد توسعه تأمین‌کننده مورد مطالعه قرار بگیرد، مدل سوم راهبرد تعویض تأمین‌کننده را مورد بررسی قرار می‌دهد که در آن شرکت ناراضی ۳ خریدار خود را از شرکت ۱ متوقف می‌نماید و به امید قیمت‌های پایین‌تر به سراغ شرکت ۲ می‌رود. در اینجا، شرکت ۳ تقاضای محصول خود را از شرکت ۲ با قیمت  $p_{32}$  تهیه می‌نماید. فرض می‌شود هزینه تعویض تأمین‌کننده ناچیز است تا بر روی تأثیر رقابت بر بازار تمرکز ایجاد گردد. بنابراین، در مدل عمومی ریاضی قرار دهید:

$$S_1 := \{2\}, S_2 := \{3\}, T_1 := \emptyset, T_2 := \{2\}, \phi(2) := 3, L := \{3\}. \quad (27)$$

در نتیجه، توابع سود شرکت‌ها به صورت زیر است.

$$\pi_{31}(p_{31}, p_{32}, p_{33}) = \quad (28)$$

$$p_{31}q_{31}(p_{31}, p_{32}, p_{33}), \quad (29)$$

$$\pi_{32}(p_{31}, p_{32}, p_{33}) = p_{32}q_{32}(p_{31}, p_{32}, p_{33}) + p_{32}q_{33}(p_{31}, p_{32}, p_{33}), \quad (30)$$

$$\pi_{33}(p_{31}, p_{32}, p_{33}) = (p_{33} - p_{32})q_{33}(p_{31}, p_{32}, p_{33}).$$

برای ساده‌سازی نمادهای به کار رفته، در ادامه مقاله پارامترهای زیر را معرفی می‌شوند.

$$\gamma_{21} := (5 + 3d), \quad (31)$$

$$\gamma_{22} := (5d + 6 + d^2), \quad (32)$$

$$\gamma_{23} := (8 + 4d), \quad (33)$$

$$\mu_3 := (10 - 8d - 9d^2 - d^3). \quad (34)$$

نظیر مدل‌های پیشین، از آنجا که کل تقاضای بازار  $a$  باید به اندازه کافی حجیم باشد تا فضای رقابت برای سه شرکت فراهم شود،

در بازار فراهم نماید. این مفهوم حسی نیز با تعریف شرط  $\mu_2 > 0$  و  $\tau_2 > 0$  شکلی‌سازی می‌شود. در اینجا در مقایسه با مدل ۱، تأثیر فعالیت‌های همکاری بر قیمت شرکت ۱ به عنوان عاملی مهم برای تمیز نسبت حداکثری از کل تقاضای بازار از طریق شرایط  $\mu_2 > 0$  و  $\tau_2 > 0$  لحاظ می‌شود. علت این امر آن است که تلاش صورت گرفته از سوی شرکت ۳ نه تنها به نفع خودش براساس هزینه‌های تأمین است بلکه قیمت شرکت ۱ را نیز در بازار کاهش می‌دهد که به نوبه خود این کار ممکن است یک بازار معین و منحصربه‌فرد را به سبب قیمت‌های پایین‌تر برای شرکت ۱ فراهم نماید.

به علاوه، تضمین یک سهم مناسب از نسبت حداکثری قابل توجه برای هر شرکت موردنیاز است به گونه‌ای که هر شرکت یک بازیگر فعال در بازار باشد. در نتیجه شرط  $\gamma_{2i} > 0$  تعریف می‌گردد تا از سوی هر شرکت  $i$ ،  $(i = 1, 2, 3)$  برآورده گردد. یک بازار به طور مناسب رقابتی خوانده می‌شود اگر سهم حداکثری از کل تقاضای بازار  $a$  تضمین شده برای سه شرکت قابل توجه باشد و هر شرکت سهم مناسبی از نسبت حداکثر قابل توجه داشته باشد. این موضوع نیز کاملاً منطقی به نظر می‌رسد که پیش از همکاری، یک شرکت باید به صورت بالمقوه علاقه‌مند به انجام همکاری با سایر شرکت‌ها باشد. در نتیجه، به منظور افزایش دقت تحلیل، یک شرکت بالمقوه مشتاق نامیده می‌شود اگر شرط  $\vartheta_2 > 0$  برقرار باشد. از آنجا که در یک برنامه توسعه تأمین‌کننده منطقی و واقعی هزینه توسعه قابل صرف‌نظر کردن نیست، این مفهوم از طریق الزام ضریب  $\beta$  برای تبدیل تلاش کاهش هزینه به دلار در تابع سرمایه‌گذاری به رعایت شرط مهم  $4\beta - b^2 > 0$  تعریف می‌گردد. این مفهوم نیز روشن است که مرز توسعه تأمین‌کننده بر حسب کاهش هزینه محدود است و از حد معینی در پروژه‌های بهبودی در دنیای واقع تجاوز نمی‌نماید. به صورت شکلی، این ایده منطقی از طریق الزام ضریب  $b$  برای تبدیل تلاش کاهش هزینه به دلار در تابع کاهش هزینه به رعایت شرط  $b < \frac{b^2d^3 - 3b^2d + 2b^2 + 2\beta d^2 + 10\beta d + 12\beta}{bd^3 - 3bd + 2b}$  تعریف می‌گردد.

گزاره ۲: اگر یک بازار به طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد، آنگاه در صورتی که شرکت ۳ تلاش‌های کاهش هزینه را برای خرید محصولات از شرکت ۱ در یک قیمت پایین‌تر بدون تأثیر بر قیمت بازار شرکت ۱ انجام دهد، یک تعادل نش منحصربرفرد وجود دارد که در آن قیمت بازار شرکت‌ها به صورت  $p_{2i} = \frac{\gamma_{2i}a}{\mu_2}$  ( $i = 1, 2, 3$ ) خواهد بود با این فرض که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف‌نظر کردن نیست. میزان تلاش صورت گرفته در حالت تعادل برای کاهش قیمت شرکت ۱ که توسط شرکت ۳ هزینه آن پرداخت می‌شود نیز  $\delta_2 = \frac{\vartheta_2 a}{\mu_2}$  حاصل می‌گردد.

خاصیت ۲: در یک سرمایه‌گذاری همکاری با تأثیر بر قیمت بازار، شرکت ۳ همواره صرف‌نظر از میزان جایگزین‌پذیری محصولات  $d$



$$t_1 := \beta(4\beta - b^2), \quad (38)$$

$$\beta_0 := \frac{3b^2}{8}. \quad (39)$$

**گزاره ۴:** اگر یک بازار به‌طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد و در حالتی که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف‌نظر کردن نیست و با لحاظ اشتراک شرایط سه مدل آنگاه توابع سود شرکت ۳ در حالت تعادل برای مدل ۱، ۲ و ۳ به ترتیب به‌صورت زیر است:

$$\pi_{13} = \frac{a^2 t_3^2 t_1}{\mu_4^2}, \quad \pi_{23} = \frac{a^2 t_3^2 t_2}{\mu_3^2}, \quad \pi_{33} = \frac{a^2 t_3^2}{\mu_3^2}.$$

**گزاره ۵:** اگر یک بازار به‌طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد و در حالتی که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف‌نظر کردن نیست و با لحاظ اشتراک شرایط سه مدل آنگاه اگر  $b \rightarrow \infty$  یا  $d \rightarrow 0$  آنگاه

$$\pi_{13} = \pi_{23} = \pi_{33} = \frac{a^2 t_3^2}{\mu_3^2}.$$

**گزاره ۶:** اگر یک بازار به‌طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد و در حالتی که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف‌نظر کردن نیست و با لحاظ اشتراک شرایط سه مدل آنگاه اگر  $d \rightarrow 0$  و  $\beta \rightarrow \frac{b^2}{4}$  آنگاه

$$\pi_{13} = \pi_{23} = \pi_{33} = 0.$$

گزاره فوق نشان می‌دهد که زمانی که  $\beta \rightarrow \frac{b^2}{4}$  و میزان جایگزین‌پذیری محصولات  $d$  به صفر میل نماید، سناریوی مدل ۱ مورد ترجیح نیست. علت این امر آن است که زمانی که هزینه توسعه تأمین‌کننده در حالت کمینه خود است مدل علاقه دارد تا همه منابع خود را برای افزایش سطح همکاری تا غایت ممکن به کار بگیرد. در نتیجه، در این حالت شرکت ۳ قادر است تا همه محصول مورد نیاز خود را در پایین‌ترین قیمت ممکن تأمین نماید. اما این رفتار به ظاهر مناسب همه درآمد وی را مصرف می‌کند و نتیجه نهایی سود صفر است. تحت هم این شرایط، تعویض تأمین‌کننده نیز با حالت همکاری با تاثیر بر قیمت برابر است.

**گزاره ۷:** اگر یک بازار به‌طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد و در حالتی که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف‌نظر کردن نیست و با لحاظ اشتراک شرایط سه مدل آنگاه اگر  $d \rightarrow 1$  آنگاه

$$\pi_{13} = \pi_{23} = \pi_{33} = 0.$$

**گزاره ۸:** اگر یک بازار به‌طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد و در حالتی که برنامه توسعه تأمین‌کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف‌نظر کردن نیست و با لحاظ اشتراک شرایط سه مدل آنگاه  $\pi_{23} \leq \pi_{33}$  که در آن مساوی زمانی برقرار است که  $\beta \rightarrow \infty$ .

گزاره فوق بیان می‌دارد که تعویض تأمین‌کننده همواره بهتر از

این مفهوم به صورت شکلی از طریق شرط

$$a > \max\left\{\frac{\gamma_{3i} - d(\gamma_{3j} - \gamma_{3k})}{\mu_3}, i = 1, 2, 3, i \neq j \neq k\right\}$$

تعریف می‌گردد. کل تقاضای بازار  $a$  که برای سه شرکت تضمین شده است نیز باید قابل توجه باشد تا اجازه حضور فعال شرکت‌ها را در بازار فراهم نماید. این مفهوم حسی نیز با تعریف شرط  $\mu_3 > 0$  شکلی‌سازی می‌شود. تضمین یک سهم مناسب از نسبت حداکثری قابل توجه برای هر شرکت نیز موردنیاز است به گونه‌ای که هر شرکت یک بازیگر فعال در بازار باشد. در نتیجه شرط  $\gamma_{3i} > 0$  تعریف می‌گردد تا از سوی هر شرکت  $i$ ،  $(i = 1, 2, 3)$  برآورده گردد.

یک بازار را به‌طور مناسب رقابتی می‌خوانیم اگر سهم حداکثری از کل تقاضای بازار  $a$  تضمین شده برای سه شرکت قابل توجه باشد و هر شرکت سهم مناسبی از نسبت حداکثر قابل توجه داشته باشد.

**گزاره ۳:** اگر یک بازار به‌طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد، آنگاه در صورتی که شرکت ۳ تأمین‌کننده فعلی خود را بدون تلاش‌های کاهش هزینه با شرکت ۲ تعویض نماید، یک تعادل منحصره‌فرد وجود دارد که در آن قیمت بازار شرکت‌ها به‌صورت  $p_{3i} = \frac{\gamma_{3i} a}{\mu_3}$  ( $i=1, 2, 3$ ) خواهد بود.

#### ۴- بحث: مقایسه نتایج

با گسترش علاقه صنایع مختلف به خرید ملزومات از تأمین‌کنندگان، مدیریت روابط با تأمین‌کنندگان به مسأله مهمی در شرکت‌ها تبدیل شده است. به‌ویژه، تلاش‌ها برای برخورد با عملکرد ضعیف تأمین‌کنندگان در برآورده نمودن نیازهای کیفی خریداران از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مقاله معیارهای کمی برای لحاظ داده‌های محیطی نظیر اندازه بازار و هزینه سرمایه‌گذاری در توسعه تأمین‌کننده لحاظ گردیده است تا راهبرد بهتری انتخاب شود. در این بررسی تفاوت اصلی کار با کارهای پیشین در ادبیات (نظیر مراجع [۱] و [۴]) فرض نوعی از رقابت در بازار است که در آن رقبا در بخش تأمین با هم همکاری می‌کنند در حالی که در بخش بازار با یکدیگر رقابت می‌نمایند.

در این بخش بر روی مسأله مهم توسعه یا تعویض تأمین‌کننده بحث می‌گردد و مبتنی بر نتایج به دست آمده از بخش ۳، گزاره‌ها و قضایایی ارائه خواهد شده. از آنجایی که شرکت ۳ تصمیم توسعه یا تعویض را اتخاذ می‌نماید، تابع سود آن را در حالت تعادل در گزاره ۴ یافته می‌شود. همانند قبل، برای ساده‌سازی نمادهای به کار رفته، در ادامه مقاله پارامترهای زیر معرفی می‌گردند.

$$\mu_4 := (-3b^2 d^3 - 7b^2 d^2 + 4b^2 + 2\beta d^3 + 18\beta d^2 + 16\beta d - 20\beta), \quad (35)$$

$$t_3 := d^2 + d - 2, \quad (36)$$

$$t_2 := \frac{(-b^2 d^2 + 2b^2 d - b^2 + 4\beta)}{4\beta}, \quad (37)$$

شرایط دقیق محلی برای انتخاب راهبرد برتر برای مقابله با عملکرد ضعیف یک تأمین کننده تأکید دارند، همخوانی دارد (نظیر مرجع [۲۱]).

#### ۵- نتیجه گیری

این مقاله به مسأله انتخاب توسعه یا تعویض تأمین کننده تحت شرایط مختلف رقابتی پرداخت. به این منظور، سه مدل توسعه داده شد تا به مطالعه تحلیلی موضوع بپردازد. براساس نتایج تحلیل ریاضی، دریافته می شود که اگر چه همکاری با رقیب ممکن است عجیب به نظر برسد، نتایج این مقاله نشان می دهد که تحت شرایط معین، تنها گزینه سودآور در مقایسه با گزینه تعویض تأمین کننده است و این مهم ترین سهم علمی این مقاله است که از طریق قضیه ۱ به اثبات رسیده است. اما تحت شرایط رقابت شدید گزینه مناسب تعویض تأمین کننده است. نتیجه مهم دیگر به عمق همکاری اشاره دارد. بر این اساس همکاری بدون تأثیر بر قیمت بازار شرکت تأمین کننده همواره بر گزینه همکاری مؤثرتر است. این نتیجه بر اهمیت راه حل های بهبود لجستیکی به عنوان نقطه شروع مناسب برای توسعه همکاری ها میان شرکت ها تأکید دارد.

این مدل را می توان به چند شیوه توسعه داد. برای مثال، می توان مدل را از حالت تجمعی به مدل عملیاتی تر تبدیل کرد تا تأمین، تولید و لجستیک محصول را به صورت جزئی تر بررسی کرد. این مدل همچنین تک مرحله ای است که می توان آن را به حالت چند مرحله ای بسط داد.

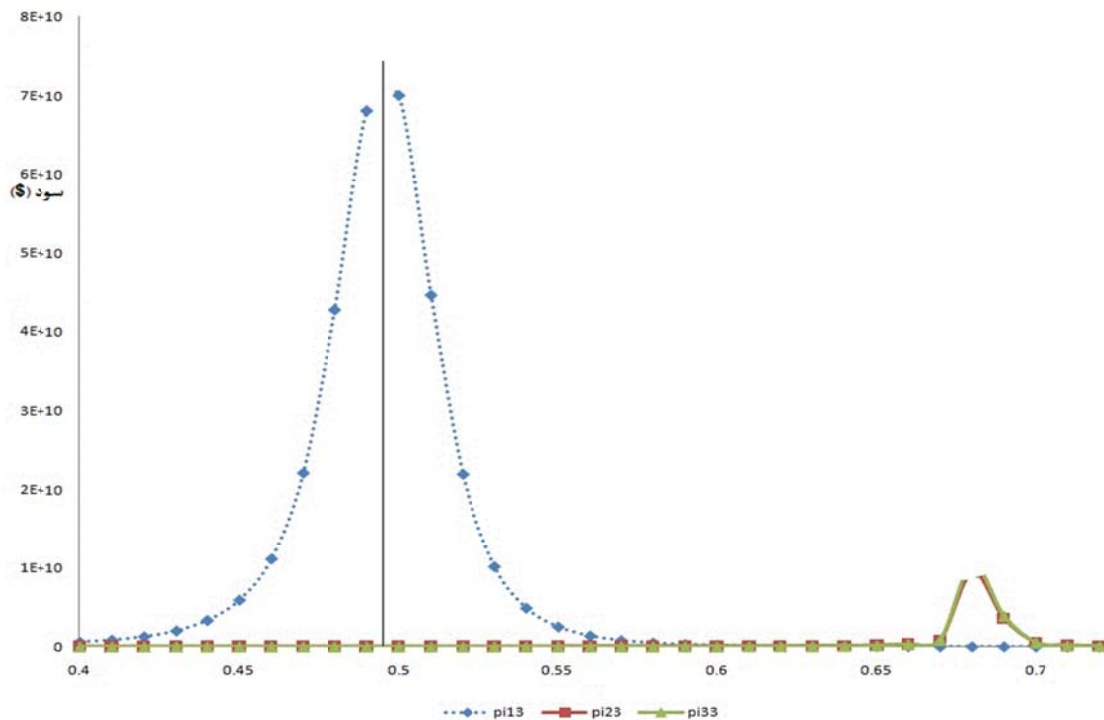
همکاری با تأثیر بر قیمت بازار شرکت ۱ است. به رغم این موضوع، برای مقادیر بالای  $\beta$  تصمیم راجع به همکاری یا عدم همکاری منوط به بررسی دقیق است.

در ادامه مهم ترین نتیجه این مقاله ارائه می شود که به سبب پیوستگی مخرج  $\mu_4$  به عنوان تابعی از میزان جایگزین پذیری محصولات  $d$  بر پایه قضیه مقدار میانی بنا شده است.

قضیه ۱: اگر یک بازار به طور مناسب رقابتی باشد و تقاضای کل بازار به اندازه کافی حجیم باشد و در حالتی که برنامه توسعه تأمین کننده محدود است و هزینه آن قابل صرف نظر کردن نیست و با لحاظ اشتراک شرایط سه مدل آنگاه یک مقدار شدنی برای میزان جایگزین پذیری محصولات  $d$  وجود دارد که در آن توسعه تأمین کننده بدون تأثیر بر قیمت قطعا برای شرکت ۳ مرجح است چنانچه ضریب تبدیل تلاش کاهش هزینه به دلار در تابع سرمایه گذاری به اندازه منطقی بزرگ باشد یعنی  $\beta > \beta_0$ .

قضیه فوق این حقیقت را مورد تأکید قرار می دهد که برای درجات معین از جایگزین پذیری محصولات، قطعاً برای شرکت ۳ منفعت آور است چنانچه برنامه توسعه تأمین کننده را بدون تأثیر بر قیمت پیاده سازی نماید. در نتیجه، اگر چه ممکن است در نگاه اول همکاری با رقیب تعجب آور باشد، نتیجه فوق تضمین می نماید که تحت شرایط معین تنها گزینه مورد قبول در مقایسه با سایر گزینه ها نظیر تعویض تأمین کننده است. اما چنانچه شرایط غیرمناسب باشد نظیر جایگزین پذیری بسیار بالای محصولات و در نتیجه رقابت شدید، تعویض تأمین کننده تصمیم مرجح است (شکل (۱)).

این نتیجه همچنین با نتیجه کارهای پیشین که بر اهمیت لحاظ



شکل (۱): در جایگزین پذیری متوسط محصولات، تابع سود شرکت ۳ در همکاری بدون تأثیر بر قیمت بازار ( $\pi_{13}$ ) بر تابع سود شرکت ۳ در سایر گزینه ها برتری دارد. ( $a = 10000, b = 0.7, \beta = 1.5$ )

reduction efforts in a supply chain partnership. *European Journal of Operational Research*, 222, 180–190.

- [21] Duffy, R., Fearn, A. (2004). Buyer-supplier relationships: An investigation of moderating factors on the development of partnership characteristics and performance, *International Food and Agribusiness Management Review*, 7, 1-25.

## مراجع

- [1] Friedl, G., Wagner, S.M. (2012). Supplier development or supplier switching, *International Journal of Production Research*, 50, 3066-3079.
- [2] Krause, D.R., Scannell, T.V., & Calantone, R.J. (2000). A structural analysis of the effectiveness of buying firms' strategies to improve supplier performance, *Decision Science*, 31, 33-54.
- [3] Forker, L.B., Stannack, P. (2000). Cooperation versus competition: Do buyers and suppliers really see eye-to-eye?, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 6, 31-40
- [4] Zhang, J., Frazier, G.V. (2011). Strategic alliance via co-opetition: Supply chain partnership with a competitor, *Decision Support Systems*, 51, 853-863.
- [5] Taylor, J.B., Weerapana, A. (2010). *Principles of Microeconomics*, Cengage Learning.
- [6] Krause, D.R. (1999). The antecedents of buying firms' efforts to improve suppliers, *Journal of Operations Management*, 17, 205-224.
- [7] Tukel, O.I., Wasti, S.N. (2001). Analysis of supplier buyer relationships using resource constrained project scheduling strategies, *European Journal of Operational Research*, 129, 271-276.
- [8] Prahinski, C., Benton, W.C. (2004). Supplier evaluations: Communication strategies to improve supplier performance. *Journal of Operations Management*, 22, 39-62.
- [9] Cousins, P.D., Menguc, B. (2006). The implications of socialization and integration in supply chain management, *Journal of Operations Management*, 24, 604-620.
- [10] Vokurka, R.J., Zank, G.M. (2006). A systematic approach to supplier improvement, *International Journal of Management and Enterprise Development*, 3, 85-97.
- [11] Modi, S.B., Mabert, V.A. (2007). Supplier development: Improving supplier performance through knowledge transfer, *Journal of Operations Management*, 25, 42-64.
- [12] Wagner, S.M., Krause, D.R. (2009). Supplier development: Communication approaches, activities and goals, *International Journal of Production Research*, 47, 3161-3171.
- [13] Talluri, S., Narasimhan, R., & Chung, W. (2010). Manufacturer cooperation in supplier development under risk, *European Journal of Operational Research*, 207, 165-173.
- [14] Wagner, S.M. (2011). Supplier development and the relationship life-cycle, *International Journal of Production Economics*, 129, 277-283.
- [15] Demski, J.S., Sappington, D.E.M., & Spiller, P.T. (1987). Managing supplier switching, *RAND Journal of Economics*, 18, 77-97.
- [16] Wagner, S.M., Friedl, G. (2007). Supplier switching decisions, *European Journal of Operational Research*, 183, 700-717.
- [17] Li, S., et al. (2006). Supplier-switching inertia and competitive asymmetry: a demand-side perspective, *Decision Sciences*, 37, 547-576.
- [18] Zhao, Y., Brown, R.J., Kramer, T.R., Xu, X. (2011). *Information modeling for interoperable dimensional metrology*, Springer.
- [19] Vives, X. (1999). *Oligopoly pricing- old ideas and new tools*, MIT Press.
- [20] Lida, T. (2012). *Coordination of cooperative cost-*

ضمیمه

## اثبات قضیه ۱

تحت مفروضات قضیه ۱، تابع پیوسته  $\mu_4(d)$  را بر روی بازه  $(0,1)$  در نظر بگیرید. از آنجایی که  $\beta > \beta_0$  و  $4\beta - b^2 > 0$ ، این نتیجه حاصل می‌شود که  $\mu_4(0^+) \mu_4(1^-) < 0$ . در نتیجه، با استفاده از قضیه مقدار میانی، نقطه‌ای مانند  $d_0 \in (0,1)$  وجود دارد که در آن تابع  $\mu_4(d)$  با مقدار صفر روبرو می‌شود. از سوی دیگر، تحت همه مقدار شدنی از  $b$  و  $\beta$ ،  $\mu_3(d_0) \neq 0$  است. در نتیجه، یک همسایگی به مرکز  $d_0$  وجود دارد که در آن  $\pi_{13} \rightarrow \infty$  که  $\pi_{23}$  و  $\pi_{33}$  دارای کران محدود هستند زیرا تحت همه مقدار شدنی از  $b, \beta, d$   $t_1 \neq 0, t_2 \neq 0, t_3 \neq 0$  است و این اثبات قضیه را کامل می‌نماید.

## اثبات گزاره ۱

به منظور یافتن میزان تلاش‌های سرمایه‌گذاری و قیمت‌ها در حالت تعادل نش، ما توابع بهترین واکنش را شکل می‌دهیم و معادلات هم‌زمان آن را حل می‌کنیم. در مدل اول با برابر صفر قرار دادن مشتقات اول توابع سود نسبت به هر کدام از متغیرهای تصمیم قیمت و تلاش برای کاهش قیمت داریم:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\pi_{11}(p_{11}, p_{12}^*, p_{13}^*, \delta_1^*)}{dp_{11}} &= 0, \\ \frac{d\pi_{12}(p_{11}^*, p_{12}, p_{13}^*, \delta_1^*)}{dp_{12}} &= 0, \\ \frac{\partial \pi_{13}(p_{11}^*, p_{12}^*, p_{13}, \delta_1)}{\partial p_{13}} &= 0, \\ \frac{\partial \pi_{13}(p_{11}^*, p_{12}^*, p_{13}, \delta_1)}{\partial \delta_1} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

حال با استفاده از نرم‌افزار Matlab 2010، مشتقات فوق گرفته شده و دستگاه معادلات مربوطه حل می‌گردد تا نتایج منعکس شده در صورت گزاره ۱ به دست آید. برای اثبات شدنی بودن تقاضای محقق شده برای هر شرکت در حالت تعادلی در مدل اول، در رابطه تقاضا جایگزین نماییم. داریم:

$$q_{1i}(p_{1i}, p_{1-i}) = a - \frac{\gamma_{1i} - d(\gamma_{1j} - \gamma_{1k})}{\mu_1}, i = 1, 2, 3, i \neq j \neq k.$$

تعریف کنید:  $a_0 = \max\{\frac{\gamma_{1i} - d(\gamma_{1j} - \gamma_{1k})}{\mu_1}, i = 1, 2, 3, i \neq j \neq k\}$ .  
 حال فرض کنید کل تقاضای بازار  $a$  باید به اندازه کافی حجیم باشد، یعنی  $a > a_0$ . در نتیجه،  $q_{1i}(p_{1i}, p_{1-i}) > 0$  یعنی مقداری برای  $a_0$  وجود دارد که تحت آن تقاضای محقق شده برای هر

شرکت در حالت تعادلی در مدل اول شدنی است. برای اثبات شرط منحصره‌فرد بودن مقادیر حاصل شده برای متغیرهای تصمیم فرض کنید هزینه توسعه قابل صرف نظر کردن نباشد، یعنی  $\beta > \beta_0$ . تعریف کنید:  $\beta_0 := \frac{b^2}{4}$ . در نتیجه  $4\beta - b^2 > 0$  یعنی مقداری برای  $\beta_0$  وجود دارد که تحت آن شرط درجه دوم برای منحصره‌فرد بودن نتایج حاصل است. بنابراین، تحت مفروضات گزاره ۱، نتایج تعادل شدنی و نیز منحصره‌فرد است زیرا شرایط کافی درجه دوم زیر برقرار است:

$$\frac{d^2\pi_{11}(p_{11}, p_{12}^*, p_{13}^*, \delta_1^*)}{dp_{11}^2} = -2 + 2d < 0 \quad \forall 0 < d < 1,$$

$$\frac{d^2\pi_{12}(p_{11}^*, p_{12}, p_{13}^*, \delta_1^*)}{dp_{12}^2} = -2 < 0,$$

$$\left| \begin{array}{cc} \frac{\partial^2 \pi_{13}(p_{11}^*, p_{12}^*, p_{13}, \delta_1)}{\partial p_{13}^2} & \frac{\partial \pi_{13}(p_{11}^*, p_{12}^*, p_{13}, \delta_1)}{\partial p_{13} \partial \delta_1} \\ \frac{\partial \pi_{13}(p_{11}^*, p_{12}^*, p_{13}, \delta_1)}{\partial \delta_1 \partial p_{13}} & \frac{\partial^2 \pi_{13}(p_{11}^*, p_{12}^*, p_{13}, \delta_1)}{\partial \delta_1^2} \end{array} \right| = \begin{vmatrix} -2 & -b \\ -b & -2\beta \end{vmatrix} = 4\beta - b^2 > 0.$$

## اثبات گزاره ۲

به منظور یافتن میزان تلاش‌های سرمایه‌گذاری و قیمت‌ها در حالت تعادل نش، ما توابع بهترین واکنش را شکل می‌دهیم و معادلات هم‌زمان آن را حل می‌کنیم. در مدل دوم با برابر صفر قرار دادن مشتقات اول توابع سود نسبت به هر کدام از متغیرهای تصمیم قیمت و تلاش برای کاهش قیمت داریم:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\pi_{21}(p_{21}, p_{22}^*, p_{23}^*, \delta_2^*)}{dp_{21}} &= 0, \\ \frac{d\pi_{22}(p_{21}^*, p_{22}, p_{23}^*, \delta_2^*)}{dp_{22}} &= 0, \\ \frac{\partial \pi_{23}(p_{21}^*, p_{22}^*, p_{23}, \delta_2)}{\partial p_{23}} &= 0, \\ \frac{\partial \pi_{23}(p_{21}^*, p_{22}^*, p_{23}, \delta_2)}{\partial \delta_2} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

حال با استفاده از نرم‌افزار Matlab 2010، مشتقات فوق گرفته شده و دستگاه معادلات مربوطه حل می‌گردد تا نتایج منعکس شده در صورت گزاره ۲ برای محاسبه قیمت به دست آید. در مورد سایر مدل‌ها نیز وضعیت مشابه است.

تحت مفروضات گزاره ۲، نتایج تعادل شدنی و نیز منحصره‌فرد است زیرا شرایط کافی درجه دوم زیر برقرار است:

$$\frac{d^2\pi_{21}(p_{21}, p_{22}^*, p_{23}^*, \delta_2^*)}{dp_{21}^2} = -2 + 2b + 2d(1 - b) < 0,$$

$$\frac{d^2\pi_{22}(p_{21}^*, p_{22}, p_{23}^*, \delta_2^*)}{dp_{22}^2} = -2 < 0,$$

$$\left| \begin{array}{cc} \frac{\partial^2 \pi_{23}(p_{21}^*, p_{22}^*, p_{23}, \delta_2)}{\partial p_{23}^2} & \frac{\partial \pi_{23}(p_{21}^*, p_{22}^*, p_{23}, \delta_2)}{\partial p_{23} \partial \delta_2} \\ \frac{\partial \pi_{23}(p_{21}^*, p_{22}^*, p_{23}, \delta_2)}{\partial \delta_2 \partial p_{23}} & \frac{\partial^2 \pi_{23}(p_{21}^*, p_{22}^*, p_{23}, \delta_2)}{\partial \delta_2^2} \end{array} \right| =$$

$$\begin{vmatrix} -2 & -b \\ -b & -2\beta \end{vmatrix} = 4\beta - b^2 > 0.$$

### اثبات گزاره ۳

به منظور یافتن میزان تلاش‌های سرمایه‌گذاری و قیمت‌ها در حالت تعادل نش، ما توابع بهترین واکنش را شکل می‌دهیم و معادلات هم‌زمان آن را حل می‌کنیم. تحت مفروضات گزاره ۳، نتایج تعادل شدنی و نیز منحصر بفرد است زیرا شرایط کافی درجه دوم زیر برقرار است:

$$\frac{d^2\pi_{31}(p_{31}, p_{32}^*, p_{33}^*)}{dp_{31}^2} = -2 < 0,$$

$$\frac{d^2\pi_{32}(p_{31}^*, p_{32}, p_{33}^*)}{dp_{32}^2} = -2 + 2d \forall 0 < d < 1,$$

$$\frac{d^2\pi_{33}(p_{31}^*, p_{32}^*, p_{33})}{dp_{33}^2} = -2 < 0.$$

### اثبات خاصیت‌های ۱-۲

این خصوصیات را می‌توان به سادگی با تحلیل جواب‌های حاصل شده برای تعادلات نش در گزاره‌های ۱ و ۲ به دست آورد.

### اثبات خاصیت‌های ۴-۸

این خصوصیات را می‌توان به سادگی با تحلیل جواب‌های حاصل شده برای تعادلات نش در گزاره‌های ۱، ۲ و ۳ به دست آورد.





## Development of a new model based on game theory to analyze supplier development considering simultaneous cooperation and competition in supply chain

F. kafi, S.M.T. Fatemi Ghomi\*

Department of Industrial Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran

### ARTICLE INFO

#### *Article history:*

Received 23 July 2013

Accepted 4 January 2014

#### *Keywords:*

Game theory  
Supplier development  
Supplier switching  
Purchasing  
Competition  
Simultaneous cooperation and competition

### ABSTRACT

Firms increasingly purchase goods and services they require while focusing on their core competencies. In case of supplier's poor performance, the typically aware buying firms either run development programs to improve the supplier or switch to a new better supplier depending on certain conditions. The conditions seem to be more challenging if the buying firm purchases its supplies from a firm with whom he competes in the market, a practice nowadays with many instances from various industries. In order to examine the issue analytically, we propose a mathematical model to compare supplier development and switching. We consider three firms competing in the market of a final product where one of them purchases his product from one of the competitors. Being dissatisfied with his current supplier's price, the buying firm may participate in a cooperative investment with his supplier to help him reduce costs. Second, he may switch to the other lower cost supplier and competitor in the market. Despite being counter-intuitive, the mathematical results show that cooperation with a competing supplier is preferable to supplier switching under certain conditions.

\* Corresponding author. Seyyed Mohammad Taghi Fatemi Ghomi  
Tel.: +98 21 64545381; E-mail addresses: fatemi@aut.ac.ir