چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۹ ـ بهار ۱۳۹۲
ص‌ص ۳۴ – ۹

ائتلاف یا استقلال؟ تعیین تصمیم مناسب برای سطوح مختلف زنجیره‌های تأمین سه سطحی

حنان عموزاد مهدیرجی*، احمد جعفرنژاد، علی محقر***، محمد مدرس یزدی*****

چکیده

در مدیریت زنجیره تأمین ممکن است بین اهداف اجزاء و سطوح مختلف در جهت رسیدن به اهداف کلی، تضاد و تناقضات بسیاری دیده شود که این اختلالات و تناقضات به مرور زمان به کاهش قدرت و رقابت‌پذیری می‌انجامد. یافتن پاسخی مناسب برای اینکه سطوح مختلف به‌صورت مستقل اقدام به تصمیم‌گیری نمایند، یا اینکه با ادغام یا ائتلاف با سطحی دیگر، سودآوری خود را دستخوش تغییر نمایند، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مقاله سعی شده است با در نظر گرفتن سه گروه متغیرهای تصمیم موجودی، قیمت‌گذاری و هزینه‌های بازاریابی، بین استقلال یا ائتلاف سطوح مختلف، راه‌حلی که سودآوری را حداکثر نماید مدلسازی و شناسایی شود. برای این منظور از تئوری بازی‌ها و سه نوع بازی استقلال، ائتلاف خرده‌فروش با تولیدکننده و همچنین ائتلاف تولیدکننده با تأمین‌کننده استفاده شده است. در پایان حالت ائتلاف نسبت به حالت استقلال برتری یافته و از بین حالت‌های ائتلافی نیز ترکیب خرده‌فروش با تولیدکننده، نسبت به ترکیب تولیدکننده با تأمین‌کننده به عنوان حالت‌هایی با سودآوری بالاتر برای زنجیره تأمین شناسایی شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: زنجیره تأمین؛ ائتلاف یا استقلال؛ تئوری بازی‌های غیرهمکارانه؛ تعادل نش؛ طراحی آزمایش‌ها؛ تحلیل حساسیت.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۵/۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۶/۱۹.

* دکتری، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).

E- mail: H.amoozad@ut.ac.ir

** استاد، دانشگاه تهران.

*** دانشیار، دانشگاه تهران.

**** استاد، دانشگاه صنعتی شریف.

۱. مقدمه

فارستر که بسیاری او را پایه‌گذار موضوع زنجیره‌های تامین می‌دانند، در سال ۱۹۵۸ ایده‌ای با این مضمون را عنوان نمود که "موفقیت سازمان‌ها در گرو تعامل و تبادل اثربخش جریان اطلاعات، مواد، سرمایه، نیروی انسانی و تجهیزات در میان آنها است". این ایده با گذشت زمان به نظریه‌ای غالب و انکارناپذیر در حوزه کسب و کار تبدیل شده است [۲۷]. بسیاری از صاحب‌نظران معتقدند که رقابت بین سازمان‌ها و شرکت‌ها در دهه‌های گذشته به رقابت میان زنجیره‌ها در عصر حاضر تبدیل شده است [۱۷]. اگرچه مدل جامعی در خصوص تبیین مسائل و موضوعات زنجیره تامین وجود ندارد، لیکن مروری بر مبانی نظری این زمینه نشان می‌دهد که مسائلی نظیر سیستم‌های اطلاعاتی، بازاریابی، مدیریت مالی، موضوعات لجستیکی و روابط بین سازمانی از زمینه‌های مورد توجه محققان در این حوزه بوده است [۳۶].

هدف از مدیریت زنجیره تأمین، بهبود فعالیت‌های مختلف اجزاء و سطوح یک زنجیره تأمین به منظور بهبود وضع کلی سیستم زنجیره تأمین است. در این حین ممکن است بین اهداف اجزاء و سطوح مختلف در جهت رسیدن به اهداف کلی زنجیره تأمین، تضاد و تناقضات بسیاری مشاهده شود، که این اختلالات و تناقضات به مرور زمان منجر به کاهش قدرت و رقابت‌پذیری زنجیره تأمین خواهد شد. تصمیم‌گیری برای سطوح مختلف زنجیره‌های تأمین چندسطحی در مورد استقلال در تصمیم‌گیری یا ائتلاف در تصمیم‌گیری از اهمیت بالایی برخوردار است. این موضوع که سطوح زنجیره تأمین در تصمیم‌گیری به‌صورت انفرادی عمل نمایند یا با یکدیگر ائتلاف داشته باشند در سرنوشت و سود زنجیره تأمین تعیین‌کننده هستند. شرایط مذکور زمینه استفاده از تئوری بازی‌ها را به منظور حل تعارض مذکور فراهم می‌نماید. در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از رویکرد تئوری بازی‌ها به این پرسش پاسخ داده شود. برای این منظور سه گروه متغیر تصمیم‌گیری تحت عنوان متغیرهای موجودی، متغیرهای قیمت‌گذاری و متغیرهای مرتبط با هزینه‌های تبلیغات مدنظر هستند. زنجیره تأمین مورد بررسی در تحقیق حاضر شامل سه سطح خرده‌فروشان، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان است. هر یک از سطوح مذکور دارای تعدادی نامحدود در درون سطح خود هستند. علاوه بر ویژگی‌های ذکر شده، برتری مقاله حاضر نسبت به سایر تحقیقات شامل مواردی همچون نامحدود بودن تعداد محصولات تولید شده و امکان افزایش تنوع در محصولات به تعداد تولیدکنندگان، استفاده از طراحی آزمایشات در تحلیل حساسیت مدل‌های طراحی شده، مطرح نمودن ایده ترکیب یا ائتلاف در زنجیره تأمین و طراحی بازی‌های مرتبط با ایده ائتلاف، اعمال کمبود مجاز و تولید تدریجی در سیستم تولیدکننده فعال در زنجیره تأمین و همچنین مقایسه تئوری ائتلاف و استقلال در زنجیره تأمین با حالت رقابتی مبتنی بر تئوری بازی‌ها است. در ادامه این مقاله، در ابتدا تعاریف ابتدایی از

زنجیره تأمین و تئوری بازی‌ها مورد اشاره قرار گرفته و سپس تحقیقات مشابه در حوزه مذکور شناسایی شده‌اند. سپس مدلسازی تابع سود هر یک از بازیکنان در یک حالت استقلال و دو حالت ائتلاف صورت گرفته، سپس مدل‌ها بر اساس مفهوم تئوری بازی‌ها ویرایش و نهایی شده و در نهایت با استفاده از نرم‌افزارهای لینگو و متلب حل شده‌اند. در انتها نیز حساسیت و نحوه تاثیر پارامترهای کلیدی مدل بر سود کلی زنجیره تأمین مورد بررسی قرار گرفته و اثرات اصلی و متقابل شناسایی شده‌اند.

۲. مبانی نظری تحقیق

مدیریت زنجیره تأمین. با مروری بر منابع گوناگون موجود در این زمینه می‌توان تعاریف متعددی درباره زنجیره‌های تامین و مدیریت آنها به دست آورد. اصولاً تفاوت‌های موجود در تعاریف ناشی از دیدگاه‌های متفاوت افرادی است که این تعاریف را ارائه داده‌اند. این افراد را می‌توان در دو گروه قرار داد. گروهی که تمرکز خود را بر فرآیندهای مرتبط با تامین، تولید و توزیع داشته‌اند و گروهی که بر نهادهای زنجیره تمرکز داشته‌اند[۳۲]. با دیدگاهی نهادگرا، به نقل از ویرایش دهم لغت‌نامه انجمن تولید و موجودی آمریکا (APICS) زنجیره تامین به صورت "شبکه جهانی مورد استفاده برای تحویل محصولات و خدمات از مواد اولیه به مصرف‌کنندگان نهایی از طریق جریان طراحی شده‌ای از اطلاعات، توزیع فیزیکی و پول" تعریف می‌شود[۳۵].

همکاری در زنجیره تأمین. امروزه یکی از چالش‌های مهم در مدیریت زنجیره‌های تأمین، ایجاد همکاری در زنجیره تأمین با وجود تضاد در اهداف و خواسته‌ها، تنوع در محصولات و خدمات و همچنین سبک‌های مدیریتی متفاوت است. در غیر این‌صورت، یکی از عوامل بروزکننده حاصل از عدم همکاری در زنجیره تأمین اثر شلاقی خواهد بود که در گذر زمان سودآوری زنجیره تأمین و همچنین کلیه سطوح را کاهش خواهد داد [۲۳]. در صورت عدم وجود همکاری در زنجیره تأمین، هر سطح تنها به دنبال افزایش میزان سودآوری خود بدون در نظر خواسته، شرایط و وابستگی موجود بین سطوح دیگر زنجیره تأمین است. در مجموع تاثیرات عدم همکاری در زنجیره تأمین در جدول۱ اشاره شده است [۹].

جدول ۱. اثرات عدم همکاری در زنجیره تأمین

معیار عملکردی	نحوه تاثیر
هزینه‌های تولید	افزایش
هزینه‌های موجودی	افزایش
زمان انتظاری	افزایش
هزینه‌های حمل و نقل	افزایش
هزینه‌های دریافت و ارسال	افزایش
سطح دسترسی به محصول	کاهش
سودآری	کاهش

تئوری بازی‌ها. ریشه اصلی بکارگیری تئوری بازی‌ها در دهه ۴۰ و در کشورهایی همچون ژاپن و آرژانتنین آغاز گردید. اغلب پیشگامان این رشته جدید ریاضیدانانی بودند که بیشتر به اثبات روابط تاکید داشتند تا بکارگیری نظریات در عمل. اما به مرور زمان این شاخه جدید از ترکیب علوم ریاضی و اقتصاد، جایگاه خود را در حل تعارضات در کاربرد و عمل نیز نشان داد [۳۳]. جان نش در سال ۱۹۵۰ با ارائه یک نقطه تعادلی به حل مسائل همکارانه پرداخت [۲۸] و همچنین یک راه حل جدید برای مسائل چانه‌زنی ارائه نمود [۲۹]. وی در ادامه توانست یک راه حل تعادلی برای برای بازی‌های غیرهمکارانه نیز ارائه نماید [۳۰]. نظریه بازی‌ها تا سال ۱۹۷۰ همچنان در اختیار علم اقتصاد و پس از آن با توسعه رشته مذکور و همچنین افزایش توانمندی‌های اطلاعاتی و فناوری اطلاعات در سایر بخش‌های علمی و صنعتی، استفاده از ابزار تئوری بازی‌ها در علوم و صنایع نیز آغاز گردید. این حوزه علمی در اوج منطق ساده خود، دارای محاسبات و اثبات‌های ریاضی بسیار قدرتمندی بوده و در حال توسعه زیربنایی و بکارگیری عملی در عصر حاضر است [۳۳].

بازی در اصطلاح به تمام موقعیت‌هایی گفته می‌شود که در آن بین عمل بازیکنان وابستگی متقابل وجود داشته باشد. یعنی عمل هر بازیکن منجر به واکنش مثبت یا منفی در طرف مقابل(حریف) شود. به بیان دقیق‌تر، پیامد(سود، درآمد و غیره) بازیکنان در یک بازی، تابعی از عمل طرفین است [۳۳]. اما در عرف، ۳ شرط زیر ملزم به برقراری است تا تعریف بازی مصداق پیدا کند:

۱. حداقل دو نفر، سازمان و غیره وجود داشته باشند.

۲. طرفین که به بازیکنان شناخته می‌شوند با یکدیگر تعارض منافع داشته باشند.

۳. هر یک از بازیکنان برای برد و حصول پیامد بیشتر برای خود تلاش می‌کند. اما پیروزی یا شکست یک بازیکن تنها تابع تلاش او نیست بلکه به حرکات حریف نیز وابسته است [۲].

هر بازی از اجزایی مشخصی چون بازیکنان، اقدامات، اطلاعات، پیامدها و استراتژی‌ها تشکیل شده است که بر اساس قوانین بازی به دنبال دستیابی به تعادل در یک بازی هستند [۳۳]. یک بازی بر اساس ایستا یا پویا بودن و کامل یا ناقص بودن، به دسته های مختلفی قابل تقسیم است. در بازی ایستا بازیکنان همزمان حرکت و عمل خود را انجام می‌دهند، در حالیکه در بازی پویا بازیکنان متوالیاً اقدام به حرکت می‌نمایند. به عبارتی در بازی پویا بازیکنان با مشاهده حرکت حریف یا حریفان خود اقدام به انتخاب عمل یا استراتژی می‌نمایند. از سوی دیگر اگر بازیکنان از پیامد حاصل از انتخاب یا حرکت خود و حریفان اطلاع داشته باشند، به آن بازی با اطلاعات کامل و اگر حداقل یکی از بازیکنان اطلاع از پی‌آمد خود یا سایرین نداشته باشد، بازی با اطلاعات ناقص نامیده می‌شود [۲]. بر اساس مطالب ذکر شده، بازی‌ها می‌توانند بصورت زیر طبقه‌بندی شوند. در جدول۲، طبقه‌بندی بازی‌ها به همراه پاسخ‌های آنها قابل مشاهده است:

جدول ۲. انواع بازی بر اساس نوع اطلاعات و حرکات

ردیف	نام بازی	راه حل
۱	بازی ایستا با اطلاعات کامل	تعادل نش[1]
۲	بازی ایستا با اطلاعات ناقص	تعادل بیزین نش[2]
۳	بازی پویا با اطلاعات کامل	۱) تعادل بازگشتی[3] ۲) تعادل زیربازی[4]
۴	بازی پویا با اطلاعات ناقص	تعادل بیزین نش کامل[5]

بازی و تعادل نش. در تعادل نش، زمانی‌که هر یک از بازیکنان در شرایط انتخاب در یک بازی قرار گیرند و در ضمن امکان تبادل نظر بین بازیکنان وجود نداشته باشد، در چنین شرایطی باید هر بازیکن نسبت به حریف/ حریفان خود باورهای متفاوتی تشکیل دهد. تعادل نش زمانی حاصل می‌شود که باورهای هر یک از بازیکنان نسبت به یکدیگر صحیح باشند. به عبارتی تعادل نش بر اساس بهترین پاسخ هر یک از بازیکنان بنا شده است [۲ و ۳۱]. بهترین پاسخ[6] بازیکنان در یک بازی دو نفره و در حالت کلی به صورت رابطه ۱ قابل تعریف است:

1. Nash Equilibrium (Nash E.q)
2. Bayesian Nash Equilibrium
3. Backward Induction
4. Sub game Perfect Equilibrium (SPE)
5. Perfect Bayesian Nash Equilibrium
6. Best Response

رابطه(۱): تعادل نش

$$B_1(S_2^*) = \left\{ S_1^* \ : \ U_1(S_1^*, S_2^*) > U_1(S_1, S_2^*) \ ; \ \forall s_1 \in S_i \right\}$$
$$B_2(S_1^*) = \left\{ S_2^* \ : \ U_2(S_1^*, S_2^*) > U_2(S_1^*, S_2) \ ; \ \forall s_2 \in S_i \right\}$$
$$B_2(S_{-i}) = \left\{ S_i \ : \ U_i(S_i, S_{-i}) > U_i(S_i^{'}, S_{-i}) \ ; \ \forall s_i \in S_i \right\}$$

در رابطه فوق B_i بهترین پاسخ بازیکن iام، S_i استراتژی بازیکن iام، S_{-i} استراتژی بازیکن حریف، S_1, S_2 استراتژی‌های بازیکن اول و دوم، S_1^*, S_2^* بهترین استراتژی‌های بازیکن اول و دوم و همچنین U_i نیز پیامد بازیکن iام است. با توجه به مفهوم بهترین پاسخ، در بازی دو نفره و همچنین در حالت کلی، تعادل نش[1] به صورت رابطه ۲ قابل تعریف است[۲]. از تعادل نش در بازیهای مهمی چون بازی انحصاری برتراند[2] [۶]، بازی انحصاری کورنات[3][۱۰]، بازی داوری نهایی[4]، بازی منافع مشترک[5][۱۴] استفاده شده است. در رابطه زیر $N(G)$ تعادل نش بازی است.

رابطه (۲): تعریف کلی بهترین پاسخ برای تعادل نش

$$\left.\begin{array}{l} B_1(S_2^*) = S_1^* \\ B_2(S_1^*) = S_2^* \end{array}\right\} \rightarrow N(G) = \left\{ S^* = (S_1^*, S_2^*) \right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} B_1(S_{-1}^*) = S_1^* \\ B_2(S_{-2}^*) = S_2^* \\ B_n(S_{-n}^*) = S_n^* \end{array}\right\} \rightarrow N(G) = \left\{ S^* = (S_1^*, S_2^*, \ldots, S_n^*) \right\}$$

در صورتی‌که در یک بازی فرضی، تعادل نش بیش از یک مورد روی دهد، مساله از یک نقطه تعادلی منفرد برخوردار نبوده و به اصطلاح تعادل کانونی[6] اختیار نموده است. به عبارتی در چنین مواردی، مساله یک جواب مشخص و انفرادی ندارد و حالت بهینه چندگانه روی داده است[۳۳]. هر گاه فضای استراتژی بازیکنان به صورت بازه تعریف شود، در چنین حالتی مجموعه فضای بازی بازیکنان پیوسته بوده در پیامد هر یک از بازیکنان به صورت توابع پیوسته تعریف

1. Nash Equilibrium(N E.q)
2. Bertrand Model Of Duopoly
3. Cornet Model Of Duopoly
4. he Final Offer Arbitration
5. The Problem Of Commons
6. Focal Point

خواهد شد. برای چنین بازی‌هایی نیز تعادل نش طبق تعریف پیشین قابل تعریف و بکارگیری است. گام‌های کلی این حالت عبارتند از:

۱. ابتدا تابع پیامد هر یک از بازیکنان به صورت ریاضی تهیه گردد؛

۲. بهترین پاسخ هر یک از بازیکنان تعیین شود؛

۳. حل معادلات حاصل از بهترین پاسخ بازیکنان به منظور دستیابی به تعادل نهایی بازی [۲]

با توجه به چارچوب فوق، و با در نظر گرفتن یک بازی با دو بازیکن، بهترین پاسخ هر یک از بازیکنان و همچنین تعادل نش بازی به صورت رابطه ۳ قابل تعیین است[۲، ۱۴، ۳۱ و ۳۳]. در رابطه زیر U_1, U_2 به ترتیب پیامد بازیکن اول و دوم و f_1, f_2 تابع مطلوبیت بازیکن اول و دوم را نمایش می‌دهند.

رابطه (۳): تعادل نش حالت پیوسته

$$\left.\begin{aligned} U_1(S_1,S_2) &= f(S_1,S_2) \\ U_2(S_1,S_2) &= f(S_1,S_2) \end{aligned}\right\} \rightarrow \left\{\begin{aligned} &\frac{dU_1(S_1,S_2^*)}{dS_1} = 0 \rightarrow B_1(S_2^*) = f_1(S_2^*) \\ &\frac{dU_2(S_1^*,S_2)}{dS_2} = 0 \rightarrow B_2(S_1^*) = f_2(S_1^*) \end{aligned}\right\} \rightarrow \left\{\begin{aligned} B_1(S_2^*) &= S_1^* \\ B_2(S_1^*) &= S_2^* \end{aligned}\right.$$

سوابق تحقیقات مشابه. یکی از برجسته‌ترین و پرکاربردترین نقش‌های تئوری بازی‌ها در زنجیره‌های تامین، چگونگی تاثیر آن بر ایجاد همکاری و هماهنگی سطوح مختلف است. در این راستا و پس از مطالعه پیشینه تحقیق، نکات زیر قابل ارائه هستند:

۱. برخی از قراردادهای ایجاد همکاری، به دنبال ایجاد هماهنگی و همکاری با استفاده از تقسیم سود، تقسیم درآمد، مشارکت در سرمایه‌گذاری، مشارکت در سود، مشارکت یا تقسیم هزینه‌ها و یا ایجاد هماهنگی‌های منصفانه هستند.

۲ قراردادهایی که با هدف همکاری و هماهنگی و به کمک تئوری بازی‌ها به دنبال ارتقاء فروش و یا توسعه وضعیت زنجیره تامین به کمک قراردادهای انتخابی و پیشنهادهای خاص هستند.

۳. قراردادهایی که با هدف همکاری و هماهنگی و به کمک تئوری بازی‌ها، حالت‌هایی که در آن امکان ارجاع کالا، بازپس‌گیری کالا و یا برهم‌زدن سفارش وجود دارد، بررسی می‌شوند.

۴. قراردادهایی که با هدف همکاری و هماهنگی و به کمک تئوری بازی‌ها، وضعیت‌های پیش‌خرید، مشارکت در طراحی محصول، مشارکت در تسهیم اطلاعات و مواردی از این قبیل را بررسی می‌نمایند.

۵. قراردادهایی که، مدل‌های تخفیف مختلف و نحوه تاثیر آنها بر سودآوری سطوح و کلیت زنجیره تامین را بررسی می‌نمایند.

جدول ۳ مطالعات و پیشینه تحقیق مرتبط با موضوع فوق‌الذکر را ارائه نموده است. ابزارهای تعادلی تئوری بازی‌ها چون تعادل نش، استکلبرگ، شیپلی، الیاشبرگ و پارتو در کنار سایر ابزارهای بهینه‌سازی و همچنین انواع مدل‌های همکاری همچون مشارکت در سود، همکاری انتخابی و همچنین قراردادهای مرجوعی در حوزه دوم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. تحقیقات این حوزه اغلب بر روی زنجیره‌های تأمین دو یا سه سطحی محدود صورت پذیرفته است و بعضاً زنجیره‌های تأمین نامحدود نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

لازم به ذکر است که علاوه بر تحقیقات فوق، محققین در حوزه‌های دیگری همچون بازی‌های همکارانه، بازی‌های ناقص، ترکیب و کاربرد تئوری بازی‌ها با ابزارهای مالی نوین همچون قرارداد اختیار معامله، سلف موازی و مواردی از این قبیل تحقیقاتی صورت داده‌اند. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر از ویژگی‌های برجسته زیر نسبت پیشینه بررسی شده برخوردار است:

۱. نامحدود بودن عمق زنجیره های تأمین؛

۲. استفاده از زنجیره تأمین سه سطحی؛

۳. نامحدود بودن تعداد محصولات تولید شده و امکان افزایش تنوع در محصولات به تعداد تولیدکنندگان؛

۴. ترکیب متغیرهای موجودی، قیمت گذاری و هزینه های بازاریابی در مدل؛

۵. استفاده از طراحی آزمایشات در تحلیل حساسیت مدل های طراحی شده؛

۶. مطرح نمودن ایده ترکیب یا ائتلاف در زنجیره تأمین و طراحی بازی‌های مرتبط با ایده ائتلاف؛

۷. اعمال کمبود مجاز و تولید تدریجی در سیستم تولیدکننده فعال در زنجیره تأمین؛

۸. مقایسه تئوری ائتلاف و استقلال در زنجیره تأمین با حالت رقابتی مبتنی بر تئوری بازی‌ها.

جدول ۳. سوابق تحقیقات مشابه

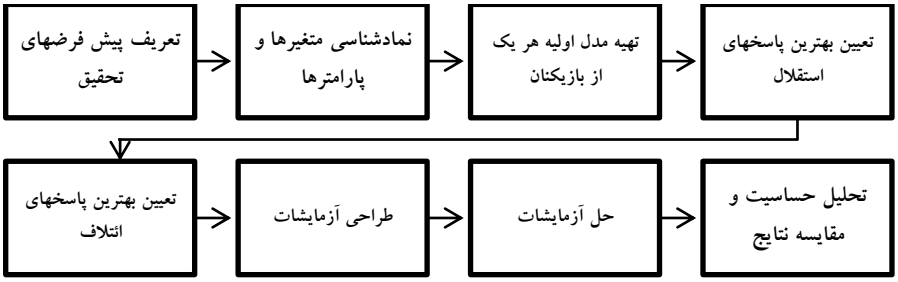
کلیات تحقیق		بازی تحقیق	شرایط تحقیق			خروجی‌های تحقیق	
محققین/ زمان	رویکرد/ ابزار/ قرارداد	نوع/ حالت	پیش‌فرض‌ها	سطوح/ عمق زنجیره‌ی تأمین	متغیرهای بررسی شده	اعتبارسنجی	هدف/ خروجی
شن و پانگ در سال ۲۰۰۴		تعادل استکلبرگ تعادل پارتو نش/ استکلبرگ	پیش‌فرض: عدم قطعیت در تقاضا و عرضه، کالا با طول عمر کوتاه سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین‌کننده و یک تولیدکننده متغیر: قیمت‌ها/ مقدار تولید/ مقدار سفارش			هدف/ خروجی: مقایسه نتایج سه نوع قرارداد مبتنی بر ظرفیت، مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	
کچون و لاواری در سال ۲۰۰۵		قرارداد مشارکت در درآمد قرارداد مرجوعی قرارداد فروش انبوه همکارانه/ ایستا/ کامل/ غیرتکراری	پیش‌فرض: تقاضا تصادفی سطح و عمق: دو سطحی با یک یا چند خرده‌فروش و یک تأمین‌کننده متغیر: قیمت‌ها/ سود بازیکنان			اعتبارسنجی: مقایسه نتایج سه عنوع قرارداد همکاری هدف/ خروجی: مقایسه سه نوع قرارداد همکاری در زنجیره‌ی تأمین	
جابر و سایرین در سال ۲۰۰۶		مدل‌سازی ریاضی قرارداد تخفیف قراداد مشارکت در سود رویکرد غیر تئوری بازی	پیش‌فرض: تقاضا وابسته به قیمت، کمبود غیرمجاز، افق نامحدود، زمان تحویل صفر است سطح و عمق: سه سطحی با یک تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش متغیر: قیمت‌های خرید و فروش/ میزان تخفیف/ اندازه سفارش			اعتبارسنجی: مقایسه دو نوع قرارداد هدف/ خروجی: قرارداد در حالت تخفیف در قرارداد مشارکت در سود نتایج بهتری دارد	
گوبتا و وراوات در سال ۲۰۰۶		نظریه صف قرارداد مشارکت دو بخشی در درآمد ایستا/ کامل/ غیرتکراری/ همکارانه	پیش‌فرض: درآمد تولیدکننده تحت تاثیر تاخیرات است سطح و عمق: دو سطحی با یک تولیدکننده و یک تأمین‌کننده متغیر: قیمت‌های خرید و فروش بازیکنان/ موجودی‌ها			اعتبارسنجی: مثال عددی هدف/ خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با ظرفیت محدود و با قرارداد مشارکت در درآمد	
لئو و وانگ در سال ۲۰۰۶		تعادل نش مدل همکاری توافقی ایستا/ کامل/ نش	پیش‌فرض: تقاضا احتمالی سطح و عمق: دو سطحی با یک خریدار و یک فروشنده متغیر: قیمت و مقدار سفارش بازیکنان			اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت بازی‌های آنلاین چین هدف/ خروجی: ایجاد همکاری در زنجیره‌های تأمین	
پینگ و سایرین در سال ۲۰۰۷		بهینه‌سازی مشارکت در درآمد پویا/ کامل/ غیرتکراری/ همکارانه	پیش‌فرض: تقاضا به قیمت وابسته است سطح و عمق: سه سطحی با یک تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش متغیر: قیمت‌های بازیکنان/ موجودی بازیکنان/ سفارشات			اعتبارسنجی: آنالیز حساسیت و مقایسه دو حالت متمرکز و غیرمتمرکز هدف/ خروجی: مقایسه حالت متمرکز با حالت غیرمتمرکز در همکاری با قرارداد مشارکت در درآمد	
فنگ و سایرین در سال ۲۰۰۷		تعادل نش قرارداد مشارکت در درآمد ایستا/ کامل/ غیرتکراری	پیش‌فرض: تقاضا غیرقابل پیش‌بینی سطح و عمق: سه سطح با یک تولیدکننده، یک توزیع‌کننده و یک خرده‌فروش متغیر: قیمت/ مقدار سفارش و خرید			اعتبارسنجی: مثال عددی هدف/ خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در درآمد	
جیاژن و سایرین در سال ۲۰۰۸		تعادل نش مدل‌سازی ریاضی قرارداد مشارکت در درآمد همکارانه/ غیرتکراری/ پویا/ متوالی/ استکلبرگ	سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین‌کننده و یک خریدار متغیر: قیمت‌ها/ مقادیر سفارش و خرید			اعتبارسنجی: مثال عددی هدف/ خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در درآمد	

ادامه جدول ۳. سوابق تحقیقات مشابه

کلیات تحقیق		بازی تحقیق	شرایط تحقیق			خروجی‌های تحقیق	
محققین/ زمان	رویکرد/ ابزار/ قرارداد	نوع/ حالت	پیش‌فرض‌ها	سطوح/ عمق زنجیره‌ی تأمین	متغیرهای بررسی شده	اعتبارسنجی	هدف/ خروجی
فنگ در سال ۲۰۰۸	تعادل نش مشارکت در سود ایستا/ کامل/ غیرتکراری		پیش‌فرض: دو حالت سیستم متمرکز و غیرمتمرکز در زنجیره‌ی تأمین، چند محصولی، تولید مبتنی بر سفارش	سطح و عمق: دو سطحی با ۳ تأمین‌کننده و ۲ تولیدکننده	متغیر: قیمت‌های بازیکنان	اعتبارسنجی: مثال عددی	هدف/ خروجی: مقایسه حالت متمرکز با حالت غیرمتمرکز در همکاری با قرارداد مشارکت در سود
چن و ژانگ در سال ۲۰۰۸	تعادل نش قرارداد بازپس گیری پویا/ متوالی غیرتکراری		سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین‌کننده و یک خرده‌فروش		متغیر: قیمت‌های خرید و فروش بازیکنان	اعتبارسنجی: مثال عددی	هدف/ خروجی: شناسایی قیمت‌های بهینه به منظور ایجاد همکاری در زنجیره‌ی تأمین در حالت مرجوعی
بیا و وانگ در سال ۲۰۰۸	همکای اعتباری تعادل نش ایستا/ کامل/ غیرتکراری		سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین‌کننده و یک خرده‌فروش		متغیر: موجودی‌ها/ قیمت‌های خرید و فروش	اعتبارسنجی: آنالیز حساسیت مدل	هدف/ خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد اعتباری
باهینیپیتی و سایرین در سال ۲۰۰۹	قرارداد مشارکت در درآمد مدل شیپلی همکارانه/ غیرتکراری/ پویا/ متوالی		سطح و عمق: دو سطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش		متغیر: قیمت‌های بازیکنان	اعتبارسنجی: مطالعه مورد صنعت رسانه‌ای در هندوستان	هدف/ خروجی: طراحی فرایند چانه‌زنی برای ایجاد همکاری منصفانه در زنجیره‌ی تأمین
ژائو و دیگران در سال ۲۰۱۰	مدل چانه‌زنی نش مدل الیاشبرگ قرارداد انتخابی همکارانه/ ایستا/ کامل		پیش‌فرض: تولید مبتنی بر سفارش/ تقاضا تصادفی/ قیمت پیشنهادی از سوی خرده‌فروش اعلام می‌شود	سطح و عمق: دو سطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش	متغیر: قیمت‌های خرید و فروش بازیکنان	اعتبارسنجی: مقایسه نتایج مدل با قرارداد قیمت‌گذاری انبوه	هدف/ خروجی: ایجاد همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد انتخابی
یالی و ژانگو در سال ۲۰۱۰	قرارداد تخفیف قرارداد ارتقاء فروش پویا/ متوالی/ کامل/ متقارن		پیش‌فرض: بررسی دو حالت زنجیره‌ی تأمین متمرکز و غیرمتمرکز	سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین‌کننده و یک خرده‌فروش	متغیر: قیمت‌های خرید و فروش بازیکنان/ مقادیر خرید و فروش بازیکنان	اعتبارسنجی: مثال عددی	هدف/ خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با قرارداد ارتقاء فروش
ژو و ژونگ در سال ۲۰۱۱	بازی چانه‌زنی نش قرارداد مشارکت در مزایا همکارانه/ غیرهمکارانه		سطح و عمق: سه سطحی با یک تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و یک فروشنده		متغیر: مقادیر سود/ قیمت خرید و فروش بازیکنان	اعتبارسنجی: مثال عددی	هدف/ خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در سود

۳. پیاده‌سازی و اجرای تحقیق

فرایند اجرایی تحقیق در ابتدا شامل تهیه مدل تابع پیامد هر یک از بازیکنان است، سپس بهترین پاسخ هر بازیکن نسبت به متغیرهای تصمیم با استفاده از تعریف نش که پیشتر مورد بررسی قرار گرفت محاسبه و تعیین خواهد شد. در ادامه وضعیت حالت‌های ائتلاف و استقلال بررسی شده و مجموعه پاسخ‌های سطوح مختلف زنجیره تأمین شناسایی خواهند شد. سپس هر حالت با توجه به نرم‌افزار مرتبط حل و فصل شده و با استفاده از طراحی آزمایشات و یک مثال فرضی، نتایج مقایسه و پارامترهای حساس شناسایی خواهند شد. شکل ۱ فرایند اجرایی تحقیق را نمایش داده است.



شکل ۱. فرایند اجرایی تحقیق

پیش‌فرض‌های تحقیق

۱. زنجیره تامین دارای سه سطح متشکل از M تامین‌کننده، N تولیدکننده و همچنین K خرده‌فروش است. به عبارتی در زنجیره تأمین m,r,s,n به ترتیب اندیس‌های تولیدکننده، خرده‌فروش، تأمین‌کننده و محصولات تولید شده است.

۲. تقاضای محصولات در زنجیره تامین سه سطحی مورد نظر تابعی است از قیمت خرده‌فروشان به مشتریان و همچنین هزینه‌های صرف شده بابت تبلیغات محصول مورد نظر در بازار هدف. لازم به ذکر است که با وجود متغیر بودن تابع تقاضا، قطعی در نظر گرفتن تابع تقاضا در حوزه همکاری در زنجیره تأمین با رویکرد تئوری بازی‌ها بسیار متداول بوده و در تحقیق حاضر نیز از همین رویکرد استفاده شده است [۳، ۱۱، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۳].

۳. کمبود در سیستم زنجیره تامین مجاز است و به ازاء هر واحد کمبود هزینه‌ای به سطح مرتبط تحمیل خواهد شد. هزینه کمبود مذکور برای سطح تولیدکنندگان و برای انبار محصول نهایی در نظر گرفته شده است، در ضمن مقدار و چگونگی تولید، رفتاری تدریجی دارد.

۴. تصمیمات و سیاست‌های بهینه موجودی، قیمت‌گذاری و هزینه تبلیغات در سطوح مختلف زنجیره تامین مد نظر بوده و به عنوان متغیرهای تصمیم قابل تعریف و بررسی هستند. در سطح

خرده‌فروشان قیمت، موجودی و هزینه تبلیغات، در سطح تولیدکنندگان قیمت، کمبود و موجودی، و در سطح تأمین‌کنندگان، قیمت و موجودی مطلوب، مورد نظر است.

۵. افق برنامه‌ریزی نامحدود بوده و بازی‌های بین سطوح مختلف زنجیره تأمین غیرتکراری است.

۶. هزینه تولید هر واحد محصول برای تولیدکننده تابعی غیرخطی از تقاضای محصول است(مزیت مقیاس) و با افزایش میزان تقاضا، هزینه متغیر تولید هر واحد کاهش خواهد یافت[۱].

۷. خرده‌فروشان تنها محصولات تولیدکننده مرتبط را به فروش می‌رسانند. به عبارتی هر تولیدکننده تنها یک محصول تولید می‌نماید و تنها به خرده فروش طرف قرارداد، محصول را ارائه می‌نماید. تنوع محصولات به تعداد تولیدکنندگان بوده اما تفاوت بین محصولات اندک است.

۸. در حالت ایستا غیرهمکارانه، قدرت چانه‌زنی بین خرده‌فروشان، تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان برابر و بر اساس تعادل نش است. بنابراین اطلاعات در هر سطح به‌صورت یکسان تقسیم شده و بازی هم‌زمان است.

۹. محصولات تولیدی از مواد اولیه مشابه و با مقادیر مختلف استفاده می‌نمایند. هر نوع از مواد اولیه توسط یک تامین‌کننده تدارک دیده می‌شود و برای تولیدکنندگان مختلف ارسال می‌شود.

۱۰. تمامی سطوح زنجیره تامین سه سطحی مورد نظر اعم از خرده‌فروشان، تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان، رفتاری آگاهانه و عاقلانه دارند.

نمادشناسی تحقیق

در راستای مدلسازی رفتار و توابع پی‌آمد هر یک از بازیکنان و محاسبه بهترین پاسخ‌ها، نمادهای ریاضی مورد استفاده به منظور معرفی پارامترها، متغیرها و توابع در جدول ۴ قابل مشاهده هستند.

جدول ۴. نمادشناسی تحقیق و معرفی متغیرها و پارامترها

نماد	شرح
G_r	حاشیه سود محصول n ام برای خرده‌فروش r ام(برای تولید و تأمین، اندیس متفاوت می‌باشد)
P_{r_n}	قیمت فروش محصول n ام از سوی خرده‌فروش r ام به مشتری نهایی
P_n	قیمت فروش انبوه محصول n ام از سوی تولیدکننده n ام به خرده‌فروش r ام
D_n	تابع تقاضای محصول n ام
C_{M_n}	هزینه‌های بازاریابی صرف شده از سوی خرده‌فروش برای محصول n ام
k, α, β	ثابت تابع تقاضا، ضریب کشش قیمتی تقاضا و ضریب تاثیر تبلیغات
$C_{s_{rn}}$	هزینه‌های ثابت سفارش و خرید برای خرده‌فروش r ام در هر بار کالاگیری محصول n ام
Q_{r_n}	مقدار سفارش خرده‌فروش r ام از محصول n ام
$k_n^{'}$	سهم هزینه نگهداری از قیمت خرید محصول n ام
TR_r	مجموع درآمدهای خرده‌فروش r ام (تولید و تأمین نیز با اندیس متفاوت مشابه است)
TMC_r	مجموع هزینه‌های بازاریابی خرده‌فروش r ام
TSC_r	مجموع هزینه‌های سفارش‌دهی خرده‌فروش r ام
THC_r	مجموع هزینه‌های نگهداری خرده‌فروش r ام(تولید و تأمین نیز با اندیس متفاوت مشابه است)
TC_r	مجموع هزینه‌های خرده‌فروش r ام (تولید و تأمین نیز با اندیس متفاوت مشابه است)
Z_r	پیامد خرده‌فروش rام از فروش محصول n ام (تولید و تأمین نیز با اندیس متفاوت مشابه است)
k_{s_n}	ضریب مصرف ماده اولیه sام در تولید محصول n ام
C_{P_s}	قیمت فروش هر واحد از ماده اولیه s از سوی تأمین‌کننده به تولیدکننده
C_{S_n}	هزینه ثابت راه‌اندازی برای تولید هر واحد محصول n ام برای تولیدکننده n ام
$C_{O_{sn}}$	هزینه ثابت سفارش‌دهی هر واحد ماده اولیه از تأمین‌کننده s برای تولید محصول n ام
u, γ	u ثابت تابع هزینه تولید هر واحد محصول n ام و گاما ضریب تاثیر مزیت مقیاس
C_{h_n}	هزینه نگهداری هر واحد محصول n ام
B_n	مقدار کمبود محصول n ام برای تولیدکننده n ام
C_{B_n}	هزینه هر واحد کمبود برای محصول نهایی n ام برای تولیدکننده n ام
TBC_n	مجموع هزینه‌های خرید از تأمین‌کنندگان برای تولیدکننده n ام
TOC_n	مجموع هزینه‌های راه‌اندازی و سفارش برای تولیدکننده n ام
TPC_n	مجموع هزینه‌های تولید برای تولیدکننده n ام
TSC_n	مجموع هزینه‌های کمبود محصول برای تولیدکننده n ام
PC_n	ظرفیت تولید برای تولیدکننده n ام
TPC_S	مجموع هزینه‌های خرید/تأمین یا استخاج ماده اولیه برای تأمین‌کننده s ام
TSC_S	مجموه هزینه‌های ثابت تأمین یا استخراج ماده اولیه برای تأمین‌کننده s ام
C_{S_s}	هزینه ثابت هر بار تأمین یا استخراج ماده اولیه sام برای تأمین‌کننده s ام
k_{S_s}	سهم هزینه نگهداری از هزینه تأمین یا استخراج ماده اولیه s ام
C_{S_o}	هزینه تأمین یا استخراج هر واحد از ماده اولیه s ام

بازی حالت مستقل. تعداد K خرده‌فروش در زنجیره تامین فعالیت می‌نمایند که هر خرده‌فروش محصول مورد نظر خود را تنها از یک تولیدکننده تامین می‌نمایند. در حالت کلی، پیامد هر خرده‌فروش حاصل تفاضل درآمدهای وی از هزینه‌های اوست. در چنین شرایطی، خرده‌فروش با هزینه‌های سفارش، هزینه‌های نگهداری و همچنین هزینه‌های بازاریابی صرف شده برای هر محصول مواجه است. از سوی دیگر حاشیه سود هر خرده‌فروش حاصل تفاضل قیمت پرداخت شده به تولیدکننده برای خرید انبوه از قیمت فروش به مشتری است. مدل ۱ نمایشگر وضعیت یک خرده‌فروش است[۱۱]. تابع هدف بیانگر سود خرده‌فروش rام است. محدودیت اول، با پیش-فرض رفتار منطقی بازیکنان در ارتباط است که به عبارتی قیمت خرده‌فروشی از قیمت عمده-فروشی بزرگتر است تا خرده‌فروش در بازی مشارکت نماید. محدودیت دوم و سوم در ارتباط با تقاضای زنجیره تأمین هستند که در ابتدا تقاضای محصول nام باید از معادله تابقع تقاضا بزرگتر مساوی باشد و در ضمن مقدار آن نباید از ظرفیت تولیدکننده بیشتر باشد.

$$Max\ Z_r = (k.P_{r_n}{}^{-\alpha}.C_{M_n}{}^{\beta}[P_{r_n} - P_n - C_{M_n} - C_{S_{rn}}.Q_{r_n}^{-1}]) - \frac{1}{2} \times Q_{r_n} \times k_n^{'} \times P_n$$

$$s.t$$

$$P_{r_n} - P_n \geq 0$$

$$D_n = k.P_{r_n}{}^{-\alpha}.C_{M_n}{}^{\beta} \geq 0$$

$$D_n \leq PC_n$$

$$k > 0,\ \alpha > 1,\ 0 < \beta < 1,\ \alpha - \beta > 1$$

مدل ۱. مدل کلی یک خرده‌فروش

تعداد N تولیدکننده در زنجیره تأمین فعالیت می‌نمایند که هر تولیدکننده محصول خود را تنها به یک خرده‌فروش ارائه می‌نماید. از سوی دیگر تولیدکننده مواد مورد نیاز برای تولید محصولات خود را از M تأمین‌کننده فعال در زنجیره تأمین دریافت می‌نمایند که هر یک از مواد خام می‌توانند سهم متفاوتی در تأمین نیاز تولیدی محصولات مختلف داشته باشند. هر تولیدکننده از فروش محصول به خرده‌فروش درآمدی کسب نموده و از سوی دیگر برای تولید، تأمین مواد اولیه، کمبودهای احتمالی، سفارش و همچنین راه‌اندازی خط تولید با هزینه‌های مختلفی مواجه است. بنابراین در این بخش تهیه پیامد تولیدکنندگان فعال در زنجیره تأمین، مورد نظر است. مدل ۲ نمایشگر وضعیت یک تولیدکننده است. تابع هدف سود تولیدکننده را با در نظر گرفتن درآمد حاصل از فروش و کسر آن از هزینه‌های موجودی، کمبود و خرید نشان می‌دهد. محدودیت اول نیز با منطق بازی در ارتباط است که طبق آن قیمت عمده‌فروشی باید از مجموع

هزینه‌های تولید و خرید مواد اولیه بیشتر باشد تا تولیدکننده اقدام به مشارکت در زنجیره نماید. دو محدودیت دوم و سوم با تابع تقاضای بازی در ارتباط است. به عبارتی میزان تقاضا و رابطه آن با ظرفیت تولید در حالت تولید تدریجی و همچنین برابری مقدار تقاضای محصول nام با تابع تقاضای غیرخطی برآورد شده را اشاره می‌نماید. سایر محدودیت‌ها نیز محدودیت‌های مرتبط با مقادیر ثابت عددی در تابع تقاضا و تابع تولید غیرخطی هستند.

مدل ۲. مدل کلی یک تولیدکننده

$$Max\ Z_n = [(P_n - \sum_{s=1}^{M}(k_{s_n}.C_{p_s}) - u.D_n^{-\gamma}) \times D_n] - [(\sum_{s=1}^{m}(C_{O_{sn}}) + C_{S_n}) \times \frac{D_n}{Q_{r_n}}] - [C_{h_n} \times \frac{(\lambda_n.Q_{r_n} - B_n)^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}}] - [\frac{C_{B_n}.B_n^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}}]$$

$s.t:$

$$P_n - [\sum_{s=1}^{m}(C_{P_s}.k_{s_n}) + u.D_n^{-\gamma}] \geq 0$$

$$CP_n \geq D_n$$

$$D_n = k.P_{r_n}^{-\alpha}.C_{M_n}^{\beta}$$

$$k > 0,\ u > 0,\ \alpha > 1,\ 0 < \beta < 1,\ 0 < \gamma < 1,\ \alpha - \beta > 1$$

پیامد هر تأمین‌کننده حاصل تفاضل درآمدهای حاصل از ارسال ماده اولیه به تولیدکنندگان مختلف از هزینه‌های صرف شده به منظور تأمین/ استخراج مواد اولیه است. در ضمن محدودیت عقلایی بودن رفتار تأمین‌کنندگان نیز باید مد نظر باشد، بدین منظور که تأمین‌کننده زمانی در بازی سه سطحی زنجیره تأمین مشارکت خواهد داشت که حاشیه سود بازی مثبت باشد. در غیر این صورت مشارکت در بازی تماماً ضرر، عقلانی نبوده و با فرض‌های تئوری بازی‌ها در تضاد است. مدل ۳ نمایشگر وضعیت کلی یک تأمین‌کننده است.

مدل ۳. مدل کلی یک تأمین‌کننده

$$Max\ Z_S = [(C_{P_S} - C_{S_o}) \times \sum_{n=1}^{N} k_{s_n}.D_n] - [\sum_{n=1}^{N} \frac{D_n}{Q_{r_n}} \times C_{S_s}] - [\sum_{n=1}^{N} k_{S_s}.C_{S_o}.k_{S_n}.\frac{Q_{r_n}}{2}]$$

$s.t$:

$$C_{P_S} - C_{S_o} \geq 0$$

$$D_n = k.P_{r_n}^{-\alpha}.C_{M_n}^{\beta}$$

$$k > 0,\ u > 0,\ \alpha > 1,\ 0 < \beta < 1,\ 0 < \gamma < 1,\ \alpha - \beta > 1$$

قالب مستقل و غیرمتمرکز[1] نیز تنها بر محاسبه بهترین پاسخ‌های بازیکنان متمرکز است. با در نظر گرفتن تعریف نش، همواره یک بازیکن نسبت به بهترین تصمیمات سایر بازیکنان از خود واکنش نشان می‌دهد، زیرا سایر بازیکنان نیز از آگاهی برخوردار بوده و هیچ‌گاه به کمتر از حد بهینه خود تن نخواهند داد. بنابراین برای سه بازیکن تأمین‌کننده، تولیدکننده و خرده‌فروش بهترین تصمیمات شناسایی شده و در مرحله تعادل‌یابی و حل بازی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. با ثابت در نظر گرفتن سایر عوامل، بهترین پاسخ‌های هر خرده‌فروش در رابطه ۴ محاسبه شده است.

رابطه (۴): بهترین پاسخ خرده‌فروشان

$$P_{r_n}^{*} = \frac{\alpha.(P_n + C_{S_{rn}}.Q_{r_n}^{-1})}{\alpha - \beta - 1}$$

$$C_{M_n}^{*} = \frac{\beta.(P_n + C_{S_{rn}}.Q_{r_n}^{-1})}{\alpha - \beta - 1}$$

با توجه به وضعیت هر تولیدکننده و همچنین با در نظر گرفتن مدل کلی و اولیه تولیدکنندگان، بهترین پاسخ، تعیین قیمت فروش به خرده‌فروش مربوطه، میزان سفارش یا تولید مطلوب و همچنین میزان کمبود بهینه یا همان سفارشات معوقه است. با ثابت در نظر گرفتن سایر عوامل، بهترین پاسخ‌های هر تولیدکننده در رابطه ۵ محاسبه شده است.

رابطه (۵): بهترین پاسخ تولیدکنندگان

1. Decentralized Nash Game

$$Q_{r_n}^{*}=\sqrt{\frac{2.(\sum_{s=1}^{m}(C_{O_{sn}})+C_{S_n}).D_n}{E_n.\lambda_n.C_{B_n}}}$$

$$B_n^{*}=\sqrt{\frac{2.(\sum_{s=1}^{m}(C_{O_{sn}})+C_{S_n}).D_n.E_n.\lambda_n}{C_{B_n}}}$$

$$P_n^{*}=\varphi^{'}\times([\sum_{s=1}^{M}(k_{s_n}.C_{p_s})+u.D_n^{-\gamma}]+[\frac{(\sum_{s=1}^{m}(C_{O_{sn}})+C_{S_n})}{Q_{r_n}}]+[C_{h_n}\times\frac{(\lambda_n.Q_{r_n}-B_n)^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}.D_n}]+[\frac{C_{B_n}.B_n^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}.D_n}])$$

با توجه به وضعیت هر تأمین‌کننده و همچنین با در نظر گرفتن مدل کلی و اولیه تأمین‌کنندگان، بهترین پاسخ، تعیین مقدار مطلوب برای قیمت فروش ماده اولیه به تولیدکنندگان است. با ثابت در نظر گرفتن سایر عوامل، بهترین پاسخ‌های هر تأمین‌کننده در رابطه ۶ محاسبه شده است. لازم به ذکر است که با توجه به خطی بودن تابع سود تأمین‌کنندگان نسبت به حاشیه سود و قیمت فروش، رفتار عقلایی هر تأمین‌کننده ایجاب می‌کند تا مقدار سود وی حداقل بزرگتر از صفر باشد.

رابطه (۶): بهترین پاسخ تأمین‌کنندگان

$$C_{P_S}^{*}=\varphi.[C_{S_o}+\frac{(\sum_{n=1}^{N}\frac{D_n}{Q_{r_n}}\times C_{S_s})+(\sum_{n=1}^{N}k_{S_s}.C_{S_o}.k_{S_n}.\frac{Q_{r_n}}{2})}{\sum_{n=1}^{N}k_{s_n}.D_n}]\quad If\ \varphi>1$$

حالت نیمه ادغامی. در حالت نیمه ادغامی، دو سطح از زنجیره تأمین با ادغام با یکدیگر، قدرتی برابر با سطح سوم ایجاد می‌نمایند تا بازی از شرایط و حالت بازی پیشرو و پیرو یا همان بازی استکلبرگ خارج شود. به عبارتی چنین ادغامی مانع از ایجاد یک قطب در زنجیره تأمین شده و انحصار را از بین خواهد برد. با توجه به اینکه ادغام ایجاد شده قدرت سطوح مختلف زنجیره تأمین را برابر خواهد نمود، بازی از حالت استکلبرگ به بازی نش تبدیل خواهد شد. حالت نیمه ادغامی برای دو وضعیت قابل بررسی است.

نیمه ادغام تولیدکننده – خرده‌فروش. در حالت اول، خرده‌فروشان و تولیدکنندگان با یکدیگر ائتلاف می‌نمایند[1]. در این حالت تابع ترکیبی دچار تغییرات اساسی خواهد شد. تنها درآمد بازیکن MR حاصل از فروش محصول به مشتری نهایی است. از سوی دیگر، هزینه‌های بازیکن ائتلافی جدید شامل هزینه‌های تولید هر واحد محصول، تأمین مواد اولیه، هزینه‌های کمبود، هزینه‌های بازاریابی و همچنین هزینه‌های نگهداری است. لازم به ذکر است که هزینه‌های نگهداری بازیکن MR تنها یک مرتبه و به واسطه وجود یک انبار میانی بین خرده‌فروش و تولیدکننده محاسبه خواهد شد. شرایط ادغام MR، خرده‌فروشان با تولیدکنندگان در حالت تبانی قرار دارند، بنابراین هزینه‌های بازاریابی کنار گذاشته خواهد شد. با در نظر گرفتن موارد مذکور، تابع سود بازیکن ائتلافی MR به صورت رابطه ۷ قابل تعیین است.

رابطه (۷): سود ادغام اول

$$\Rightarrow Z_{MR}=\sum_{n=1}^{N}[(P_{r_n}-(\sum_{s=1}^{M}k_{s_n}.C_{p_S})-u.D_n^{-\gamma})\times D_n]-\sum_{n=1}^{N}([C_{h_n}\times\frac{(\lambda_n.Q_{r_n}-B_n)^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}}]+[\frac{C_B.B_n^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}}]+[((\sum_{s=1}^{M}Co_{s_n})+C_{S_n})\times\frac{D_n}{Q_{r_n}}])$$

مقادیر بهترین پاسخ برای متغیرهای Q_n, B_n همان مقادیر محاسبه شده در حالت کلی بوده، اما برای متغیر P_{rn} مقادیر بهترین پاسخ با استفاده از نرم‌افزار متلب[2] محاسبات صورت پذیرفته و نتایج به قرار رابطه ۸ است.

رابطه (۸): بهترین پاسخ‌های ادغام نخست

$$[M\leftrightarrow R]\leftrightarrow S$$

$$\frac{\partial Z_{MR}}{\partial P_{rn}}=0\rightarrow P_{rn}=\frac{\alpha.[((\sum_{s=1}^{M}Co_{sn})+C_{S_n})+((\sum_{s=1}^{M}k_{s_n}.C_{p_S})\times Q_n)]}{Q_n.(\alpha-1)}\ ;\ \forall r,n\in N$$

$$\frac{\partial Z_{MR}}{\partial Q_n}=0\rightarrow Q_n=\sqrt{\frac{2.(\sum_{s=1}^{m}(C_{O_{sn}})+C_{S_n}).D_n}{\lambda_n.E_n.C_{B_n}}}\ ;\quad \forall r,n\in N$$

$$\frac{\partial Z_{MR}}{\partial B_n}=0\rightarrow B_n=E_n.\lambda_n.Q_{r_n}\ ;\quad \forall r,n\in N$$

1. Manufacturer-Retailer Nash Game(MR Nash)
2. MATLAB Software

$$C_{P_S} = \varphi_s.[C_{S_o} + \frac{(\sum_{n=1}^{N} \frac{D_n}{Q_{r_n}} \times C_{S_s}) + (\sum_{n=1}^{N} k_{S_s}.C_{S_o}.k_{S_n}.\frac{Q_{r_n}}{2})}{\sum_{n=1}^{N} k_{s_n}.D_n}]; \ \forall s \in M$$

ادغام تولیدکننده – تأمین‌کننده. در حالت دوم، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان با یکدیگر ائتلاف می‌نمایند.[1] در این حالت، تابع ترکیبی از مجموع توابع هدف تولیدکنندگان و تأمین-کنندگان حاصل شده و سپس مقادیر بهترین پاسخ برای تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان از تابع ترکیبی(SM) حاصل و در کنار بهترین پاسخ‌های خرده‌فروشان، مقادیر نهایی بازی نش را ایجاد می‌نمایند. با توجه به اینکه ادغام بین تأمین و تولید صورت پذیرفته، متغیر C_{p_S} که قیمت فروش از تأمین‌کننده به تولیدکننده است، حذف خواهد شد. در ضمن، هزینه‌های نگهداری، برای تولیدکننده در نظر گرفته شده و یکی از توافقات ادغام، پذیرش تمامی مواد اولیه از سوی تولیدکننده است. هزینه تأمین یا خرید، شامل هزینه تأمین هر واحد ماده اولیه و هزینه کمبود تنها برای تولیدکننده به‌کار می‌رود. هزینه سفارش‌دهی نیز تنها شامل هزینه‌های سفارش‌دهی برای تأمین‌کننده است. با توجه به توضیحات مذکور، تابع هدف حاصل از ادغام تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان به‌صورت رابطه ۹ قابل استخراج است.

رابطه(۹): تابع سود ادغام دوم

$$\Rightarrow Z_{SM} = [(\sum_{n=1}^{N}(P_n - u.D_n^{-\gamma}) - \sum_{s=1}^{M}(C_{S_O}.k_{s_n}) \times D_n)] - [\sum_{n=1}^{N} \frac{C_B.B_n^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}}] - [\sum_{s=1}^{M}(C_{S_S} \times \sum_{n=1}^{N} \frac{D_n}{Q_{r_n}})] - [\sum_{n=1}^{N} C_{h_n} \times \frac{(\lambda_n.Q_{r_n} - B_n)^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}}]$$

با توجه به ائتلاف تأمین‌کنندگان با تولیدکنندگان، متغیرهای تصمیم ائتلاف شامل Q_{r_n}, B_n, P_n بوده که با مشتق‌گیری از تابع ائتلافی، مقادیر بهترین پاسخ به‌صورت مجموعه معادلات غیرخطی ذکر شده در رابطه ۱۰ قابل مشاهده است.

رابطه(۱۰): بهترین پاسخ‌های ادغام دوم

$$[S \leftrightarrow M] \leftrightarrow R$$

1. Manufacturer – Supplier Nash Game(MS Nash)

$$\frac{\partial Z_{MS}}{\partial Q_{r_n}} = 0 \rightarrow Q_{r_n} = \sqrt{\frac{2.(\sum_{s=1}^{M} C_{S_S} + C_{S_n}).D_n}{\lambda_n.E_n.C_{B_n}}} ; \quad \forall n \in N$$

$$\frac{\partial Z_{MS}}{\partial B_N} = 0 \rightarrow B_n = E_n.\lambda_n.Q_{r_n} \; ; \quad \forall n \in N$$

$$P_n = \varphi_n^{'} \times ([u.D_n^{-\gamma} + \sum_{s=1}^{M} (C_{S_O}.k_{s_n})] + [\frac{C_B.B_n^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}.D_n}] + [\sum_{s=1}^{M} \frac{C_{S_S}}{Q_{r_n}})] + [C_{h_n} \times \frac{(\lambda_n.Q_{r_n} - B_n)^2}{2.\lambda_n.Q_{r_n}.D_n}])$$

$$P_{r_n} = \frac{\alpha.(P_n + C_{S_{rn}}.Q_{r_n}^{-1})}{\alpha - \beta - 1} \; ; \; \forall n \in N$$

$$C_{M_n} = \frac{\beta.(P_n + C_{S_{rn}}.Q_{r_n}^{-1})}{\alpha - \beta - 1} ; \quad \forall n \in N$$

$$D_n = k.P_{r_n}^{-\alpha}.C_{M_n}^{\beta} ; \; \forall n \in N$$

$$\lambda_n = 1 - \frac{D_n}{PC_n} ; \; ; \; \forall n \in N$$

٤. نتایج و تحلیل حساسیت

یک زنجیره تأمین سه سطحی که دارای دو تأمین‌کننده، دو تولیدکننده و دو خرده‌فروش است، به عنوان ساختار کلی زنجیره تأمین در نظر گرفته شده است. انواع پارامترهای مرتبط با زنجیره تأمین مورد بررسی، اعم از هزینه‌ها، قیمت‌ها و مواردی از این قبیل در جدول ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۵. ورودی‌های اولیه

پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
R	۲	M	۲	$C_{S_n}(1)$	۷
S	۲	$C_{S_r}(1)$	۴	φ_1	۱/۱۵
$C_{S_r}(2)$	۵	$k_1^{'}$	۰/۱۵	$C_{S_n}(2)$	۸
$k_2^{'}$	۰/۲	$\varphi_1^{'}$	۱/۱	φ_2	۱/۱
$\varphi_2^{'}$	۱/۱۵	$k_{sn}(11)$	۳	$PC(1) = PC(2)$	۱۵
$k_{sn}(12)$	۴	$k_{sn}(21)$	۳	$C_{S_o}(2)$	۱,۵
$k_{sn}(22)$	۳	$Co_{sn}(11)$	۶	$C_{S_o}(1)$	۲
$Co_{sn}(12)$	۵	$Co_{sn}(21)$	۴	$k_{s_S}(2)$	۰/۲
$Co_{sn}(22)$	۶	$C_B(1) = C_B(2)$	۱	$k_{s_S}(1)$	۰/۱۵
$C_{h_n}(1) = C_{h_n}(2)$	۰/۵	$C_{S_S}(1)$	۲۵	$C_{S_S}(2)$	۲۴

گروه اول پارامترهای معادلاتی، که شامل ثابت‌های به‌کار رفته در معادلات غیرخطی تقاضا و تولید هستند. گروه دوم، پارامترهای هزینه‌ای، که شامل تمامی هزینه‌های موجودی، کمبود، سفارش، تأمین، راه‌اندازی و خرید بوده، و در نهایت، گروه سوم شامل ثابت‌های ضریب مصرف و ضریب افزایش اعمال شده برای قیمت‌گذاری هستند. حال به منظور تحلیل مدل‌های ارائه شده، پارامترهای معادلات غیرخطی تقاضا و تولید، به عنوان مبنای طراحی آزمایشات در نظر گرفته شده‌اند. پنج پارامتر $\alpha, \beta, \gamma, k, u$ که در معادلات غیرخطی مرتبط با تقاضا و هزینه تولید طراحی شده‌اند، به عنوان مبنا قرار گرفته، مقادیر حداقلی و حداکثری برای پنج پارامتر مذکور به صورت جدول ۶ در نظر گرفته شده‌اند.

جدول ۶. محدوده پارامترهای کلیدی

ردیف	پارامتر	حداقل	حداکثر
۱	α	۱/۲	۱/۲۵
۲	β	۰/۰۵	۰/۱۵
۳	γ	۰/۰۱	۰/۱
۴	k	۳۰۰۰	۴۰۰۰
۵	u	۲	۴

با توجه به تعدد مدل‌های بررسی شده، مقدار طرح آزمایش مذکور با طرح آزمایشی 2^{k-p} و کسر $\frac{1}{2}$ از مقدار اصلی و با در نظر گرفتن یک نقطه مرکزی در هر بلوک، جایگزین گردید و بدین ترتیب ۱۷ طرح آزمایش به صورت جدول ۷ جهت استفاده در آنالیز پارامترها مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۷. طرح‌های آزمایش

تکرار	γ	U	K	α	β
طرح ۱	۰/۰۱	4	4000	۱/۲	0/15
طرح ۲	۰/۱	2	3000	۱/۲	0/05
طرح ۳	۰/۰۱	4	3000	۱/۲	0/05
طرح ۴	۰/۱	4	3000	1/25	0/05
طرح ۵	۰/۱	4	4000	1/25	0/15
طرح ۶	۰/۱	4	3000	۱/۲	0/15
طرح ۷	0/055	3	3500	۱/۲۲۵	۰/۱
طرح ۸	۰/۰۱	4	3000	1/25	0/15
طرح ۹	۰/۱	2	3000	1/25	0/15
طرح ۱۰	۰/۰۱	2	3000	۱/۲	0/15
طرح ۱۱	۰/۰۱	2	3000	1/25	0/05
طرح ۱۲	۰/۱	4	4000	۱/۲	0/05
طرح ۱۳	۰/۰۱	2	4000	۱/۲	0/05
طرح ۱۴	۰/۱	2	4000	۱/۲	0/15
طرح ۱۵	۰/۰۱	2	4000	1/25	0/15
طرح ۱۶	۰/۰۱	4	4000	1/25	0/05
طرح ۱۷	۰/۱	2	4000	1/25	0/05

در وضعیت ابتدایی، بازی ایستای نش به‌صورت مستقل و غیرمتمرکز طراحی گردید، در وضعیت دوم بازی ایستای نش در وضعیت نیمه‌متمرکز و در حالتی که خرده‌فروشان و تولیدکنندگان ادغام نموده بودند، طراحی شده، و در نهایت در حالت سوم، بازی ایستای نش در وضعیت نیمه‌ادغامی و برای حالتی که تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان ائتلاف نموده بودند، مدل-سازی گردید. در ادامه هر یک از سه بازی با استفاده از نرم‌افزار لینگو و متلب، و با توجه به ۱۷ آزمایش طراحی شده حل شده و نتایج سه حالت با یکدیگر مقایسه شده‌اند. لازم به ذکر است که تحدب تابع هدف با استفاده از ماتریس هشین و تحدب فضای جواب با استفاده از دستور باگ-زدایی بررسی و تایید شده است. با اجرای وضعیت‌های مختلف اشاره شده در آزمایشات طراحی شده، نتایج و سود کلی زنجیره تأمین در حالت ایستای مستقل، با استفاده از نرم‌افزار لینگو قابل محاسبه است. در این حالت هدف، حداقل‌سازی مقدار تابع هدف فرعی با در نظر گرفتن محدودیت‌های بهترین پاسخ‌های بازیکنان است. سپس مقادیر حاصل شده برای بهترین پاسخ-های بازیکنان در تابع هدف سود هر بازیکن جایگذاری شده و از تجمیع مقادیر سود بازیکنان، سود کلی زنجیره حاصل شده است.

در حالت ادغام تولیدکننده با خرده‌فروش مجموعه دستگاه معادلات غیرخطی در بازی ائتلافی MR توسط نرم‌افزار لینگو قابل حل نبوده و به همین منظور از دستور اف.سلو[1] و الگوریتم لونبرگ – مارکواردت[2] در نرم‌افزار متلب استفاده شده است.(مشابه ادغام دوم). برای محاسبه سود کلی زنجیره تأمین در حالت ائتلاف تولیدکننده و تأمین‌کننده، از مجموع سود خرده-فروشان و همچنین تابع ادغامی تأمین‌کننده و تولیدکننده استفاده شده است. نتایج و سود کلی زنجیره تأمین برای سه حالت مذکور مطابق جدول ۸ است.

جدول ۸. نتایج بازی‌های استقلال و ائتلاف

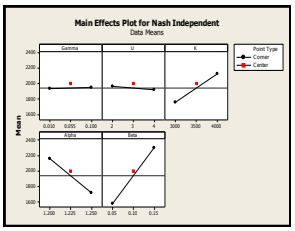
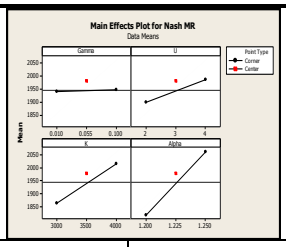
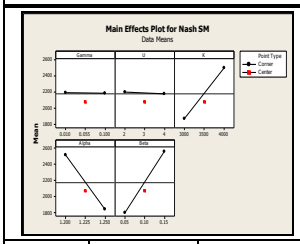
تکرار	مستقل	خرده‌فروش – تولیدکننده	تأمین‌کننده – تولیدکننده
طرح ۱	۲۲۸۸	۱۹۱۸	۳۴۰۶
طرح ۲	۱۵۹۳	۱۹۳۹	۱۷۷۵
طرح ۳	۱۵۵۲	۱۹۲۹	۱۷۳۷
طرح ۴	۱۰۶۷	۱۸۴۹	۱۳۱۵
طرح ۵	۲۴۴۲	۱۹۶۹	۲۴۰۷
طرح ۶	۲۵۵۲	۱۸۶۶	۲۵۳۵
طرح ۷	۱۹۹۵	۱۹۸۰	۲۰۷۳
طرح ۸	۱۸۰۰	۲۴۶۲	۱۸۶۹
طرح ۹	۱۸۱۹	۱۵۰۱	۱۸۳۹
طرح ۱۰	۲۵۷۲	۱۴۹۳	۲۵۵۲
طرح ۱۱	۱۰۸۸	۱۸۹۲	۱۳۲۰
طرح ۱۲	۲۱۳۵	۱۴۵۱	۲۳۴۵
طرح ۱۳	۲۱۶۸	۱۴۶۷	۲۳۸۰
طرح ۱۴	۲۴۳۸	۲۵۰۳	۳۴۲۱
طرح ۱۵	۲۴۹۸	۱۹۰۰	۲۴۷۴
طرح ۱۶	۱۵۰۰	۲۴۴۱	۱۷۶۴
طرح ۱۷	۱۵۰۷	۲۴۹۲	۱۷۹۴

با استفاده از مقایسات زوجی سه نوع بازی بررسی شده در این بخش، مشخص گردید که وضعیت نیمه ادغامی SM نسبت به MR سود بالاتری داشته و از سوی دیگر، حالت نیمه ادغام نسبت به حالت استقلال، اولویت دارد. اثرات اصلی پارامترهای ۵گانه برای هر یک از بازی‌های بررسی شده در اشکال ارائه شده در جدول ۹ قابل مشاهده است. پارامترهای کا و بتا در هر سه بازی اثر شدید و مستقیم بر سود زنجیره تأمین دارد. حالت عکس که دارای اثر شدید و منفی بر

1. Fsolve
2. Levenberg-Marquardt(L-M)

سود زنجیره تأمین است برای پارامتر آلفا قابل مشاهده است. دو پارامتر یو و گاما اثرات شدید بر سود زنجیره تأمین نداشته و نحوه تاثیرگذاری آن‌ها متغیر است.

جدول ۹. بررسی اثرات مختلف اصلی و تعاملی بازی‌های بررسی شده

اثرات اصلی استقلال		اثرات اصلی ائتلاف MR		اثرات اصلی ائتلاف SM		
						
ضریب	تاثیر	ضریب	تاثیر	ضریب	تاثیر	پارامتر
-۴/۳	-۸/۶	۴/۲	۸/۴	۵/۴	۱۰/۷	گاما
-۱۰/۹	-۲۱/۹	۴۳/۶	۸۷/۲	-۲۱/۶	-۴۳/۱	یو
۳۱۵/۲	۶۳۱/۲	۷۱/۶	۱۵۱/۳	۱۸۳/۴	۳۶۶/۸	کا
-۳۷۵/۳	-۶۷۱/۲	۱۲۱/۳	۲۴۲/۶	-۲۲۳/۱	-۴۴۷/۱	آلفا
۳۷۹/۴	۷۵۹/۳	1	1	۳۶۲/۴	۷۲۴/۹	بتا

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با مقایسه وضعیت سه نوع بازی ایستای نش در حالت‌های مستقل و نیمه‌متمرکز، و با در نظر گرفتن سود کلی زنجیره تأمین، با استفاده از مقایسات زوجی سه نوع بازی بررسی شده، مشخص گردید که وضعیت نیمه ادغامی SM نسبت به MR سود بالاتری داشته و از سوی دیگر، حالت نیمه ادغام نسبت به حالت استقلال، اولویت دارد.

با توجه به امکان نامشخص بودن نتایج و پیامدهای بازیکنان برای یکدیگر و همچنین امکان نامعلوم بودن گزینه‌های انتخابی بازیکنان یا همان سطوح مختلف زنجیره تأمین برای یکدیگر، استفاده از بازی‌های با اطلاعات ناقص و دستیابی به تعادل‌های زیربازی، بازگشتی و بیزین پیشنهاد می‌شود. در تحقیقات نوین توسعه قراردادهای همکاری و همچنین پیشنهاد و ارئه قراردادهای جدید مورد نظر قرار گرفته است. در تحقیق حاضر از قرارداد مشارکت در سود به منظور دستیابی به بهینه پارتویی استفاده شده است که مطلوب فایده واقع نشد. بنابراین توسعه و یا ارائه پیشنهادات ایجاد همکاری بین سطوح مختلف زنجیره تأمین قابل استفاده است. هرچند پیشنهادات همکاری جدید اغلب مبتنی بر توابع تقاضای احتمالی هستند.

در حالت نیمه ادغامی برای بازی غیرهمکارانه ایستا، با توجه به ادغام دو بازیکن از سه بازیکن فعال در زنجیره تأمین، شرایط برای استفاده از بازی علامت‌دهی مهیا شده است. بنابراین

توصیه می‌شود که در تحقیقات آتی بازی نیمه‌ادغامی نش با استفاده از بازی علامت‌دهی و مبتنی بر شرایط بازی ایستا یا پویا با اطلاعات ناقص و ناکامل مورد استفاده قرار گرفته و تعادل بیزین نش شناسایی و محاسبه گردد. این تعادل می‌تواند به شرایط زنجیره‌های تأمین واقعی فعال در صنعت و خدمات بسیار نزدیک باشد زیرا هم پنهان بودن شرایط و اطلاعات، احتمالی بودن رفتار و توابع تقاضا و همچنین علامت‌های نادرست و فریبنده موجود در واقعیت را در بر می‌گیرد.

منابع

۱. آریانژاد، م؛ و سجادی، س (۱۳۸۶). *تحقیق در عملیات پیشرفته ۲*. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

۲. عبدلی، ق (۱۳۸۷). *تئوری بازیها و کاربردهای آن*. تهران: چاپ و نشر دانشگاه تهران.

3. Abad, P. (1994). Supplier Pricing And Lot Sizing When Demand Is Price Sensitive. *European Journal Of Operation Research* , 334-354.

4. Bahinipati, B. K., Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2009). Revenue Sharing In Semiconductor Industry Supply Chain: Cooperative Game Theoretic Approach. *Sadhana* , 501-527.

5. Bai, S., & Wang, D. (2008a). Research On Inventory Game Of Supply Chain Based On Credit Coordination Mechanism. *IEEE*, 3037-3042. Herbin.

6. Bertrand, J .(۱۸۸۳) .Rechercher sur la theorie mathematique de la richesse . *Journal des Savants* .449-508.

7. Cachon, G. P., & Lariviere, M. A. (2005a). Supply Chain Coordination With Revenue Sharing Contracts: Strength And Limitations. *Management Science* , 30-44.

8. Chen, H., & Zhang, K. (2008). Stackelberg Game In A Two Echolon Supply Chain Under Buy Back Coordination Contract. IEEE, 201-208. Shanghai.

9. Chopra, S., & Meindel, P. (2007). *Supply Chain Management (Vol. 3rd edition)*. New York: Prenticehall.

10.Cournot, A .(۱۸۳۸) .Recherches sur les . *Principes Mathematiques de la Theorie des Richesses* , Paris.

11. Esmaeili, M., Aryanejad, M., & Zeephongsekul, P. (2008). A Game Theory Approach In Seller - Buyer Supply Chain. *European Journal of Operation Research* .

12. Feng, J. S., Jia, L. M., & Jiao, H. L. (2007). The Three Stage Supply Chain Coordination By Revenue Sharing Contracts. *IEEE International Conference On Grey Systems And Intelligent Services*, 1216-1221. Nanjing.

13. Feng, S. X. (2008). Coordination Of Pricing Decisions In Multiple Product Supply Chains. *IEEE* , 16-22. Shanghai.

14. Gibbons, R. (2002). *A Primer In Game Theory*. Prentice Hall.

15. Gupta, D., & Weerawat, W. (2006). Supplier Manufacturer Coordination In Capacitated Two Stage Supply Chains. *Elsevier: European Journal of Operational Research* , 67-89.

16. Jaber, M. Y., Osman, I. H., & Guiffrida, A. L. (2006). Coordinating A Three Level Supply Chain With Price Discounts, Price Dependent Demand, And Profit Sharing. *International Journal Of Integrated Supply Chain* , 28-49.

17. Jespersen, B. D., & larsen, S. T. (2005). *Supply chain management: in theory and practice*. Copenhagen: Copenhagen Business School Press.

18. Jiazhen, H., & Qin, L. (2008). Revenue Coordination Contract Based On Stackelberg Game In Upsteam Supply Chain. *IEEE*, 1-5. Shanghai.

19. Jung, H., & Cerry, M. K. (2005). Optimal Inventory Policies For An Economic Order Quantity Model With Decreasing Cost Functions. *European Journal of Operation Research* , 108-126.

20. Jung, H., & Cerry, M. K. (2001). Optimal Inventory Policies Under Decreasing Cost Functions Via Geomettric Programming . *European Journal of Operation Research* , 628-642.

21. Kim, D., & Lee, J. W. (1998). Optimal Joint Pricing And Lotsizing With Fixed And Virable Capacity. *European Journal of Operation Research* , 212-227.

22. Lee, H. L., Padmanabhan, V & „Seungjin, W .(۱۹۹۷) .The Bullwhip Effect In Supply Chains .*Sloan Management Review*۱۰۲,–۹۳ .

23. Lee, J. W. (1993). Determining Order Quantity And Selling Price By Geomettric Programming. *Decesion Science* , 76-87.

24. Lee, J. W., Kim, D., & Cabot, A. V. (1996). Optimal Demand Rate, Lotsizind And Process Reliability Improvement Decisions. *IEEE Trasactions* , 941-952.

25 Leng, M. M., & Parlar, M. (2010b). Game Theoretic Analysis Of Decentralized Assembly Supply Chains: Non Cooperative Equilibria Vs. Coordination With Cost Sharing Contracts. Elsevier: *European Journal of Operational Research* , 96-104.

26. Liu, Y., & Zhang, H. (2006). Supply Chain Coordination With Contracts For Online Game Industry. *IEEE*, 867-872. Shanghai.

27. Mentzer, J. T. (2001). *Supply chain management (Vol. 2nd edition)*. California: Sage Publication.

28. Nash, J. (1950). Bargaining Problem. *Econometrics* , 155-162.

29. Nash, J. (1950). Equilibrium Points In N-Person Games. *Proceeding Of National Academy Of Science* , 48-49.

30. Nash, J. (1951). Non Cooperative Games. *Annal Of Mathematics* , 286-295.

31. Osborne, M. J. (2004). *An Introduction To Game Theory*. Newyork: Oxford University Press.

32. Overbeck, S. (2009). *Supply Chain Management* - A Critical Analysis. Munich: Grin Verlag.

33. Rasmusen, E., & Blackwell, B. (2005). *Games And Information; An Introduction To Game Theory (fourth ed.).* Indiana: Indiana University Press.

34. Shen, H., & Pang, Z. (2004). Supply Chain Coordination Via Capacity Options With Uncertain Demand And Supply. *International Conference On Systems, Man And Cybernetics*, 5997-6003. Nanjing.

35. Walker, W. T. (2005). *Supply chain architecture: a blueprint for networking the flow of material, Information and Cash*. New Jersey: CRC Press.

36. Wang, W. Y., Michael, H. S., & Patrick, Y. (2007). *Supply Chain Management*: Issues in the New Era of Collaboration and Competition. Pensylvania: Idea Group Publishing.

37. Xu, Y., & Zhong, H. (2011). Benefit Mechanism Designing: For Coordinating Three Stages Supply Chain. *IEEE MSIE*, (pp. 966-971). Herbin.

38. Yali, L., & Zhanguo, L. (2010). Coordination Of Price Discount And Sales Promotion In A Two Level Supply Chain System. *IEEE*, 421-427. Henai.

39. Ying, H. L., Qi, C. Y., & Sheng, J. Z. (2007). Research On The Coordination Mechanism Model Of The Three Level Supply Chain. *International Conference On management Science & Engineering*, 20-25. Harbin.

40. Zhao, Y., Wang, S., Cheng, T. E., Yang, X., & Huang, Z. (2010). Coordination Of Supply Chains By Option Contracts: A Cooperative Game Theory Approach. Elsevier: *European Journal of Operational Research* , 668-675.