

## 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 به صورت 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

فراستر 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 تامین، بهبود فعالیت‌های مختلف اجزاء و سطوح یک زنجیره تامین به منظور بهبود وضع کلی سیستم زنجیره تامین است. در این حین ممکن است بین اهداف اجزاء و سطوح مختلف در جهت رسیدن به اهداف کلی زنجیره تامین، تضاد و تناقضات بسیاری مشاهده شود، که این اختلالات و تناقضات به مرور زمان منجر به کاهش قدرت و رقابت‌پذیری زنجیره تامین خواهد شد. تصمیم‌گیری برای سطوح مختلف زنجیره‌های تامین چندسطحی در مورد استقلال در تصمیم‌گیری یا ائتلاف در تصمیم‌گیری از اهمیت بالایی برخوردار است. این موضوع که سطوح زنجیره تامین در تصمیم‌گیری به صورت انفرادی عمل نمایند یا با یکدیگر ائتلاف داشته باشند در سرنوشت و سود زنجیره تامین 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 تامین مورد بررسی در تحقیق حاضر شامل سه سطح خرده‌فروشان، تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان 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 تامین و طراحی بازی‌های مرتبط با ایده ائتلاف، اعمال کمبود مجاز و تولید تدریجی در سیستم تولیدکننده فعال در زنجیره تامین و همچنین مقایسه تئوری ائتلاف و استقلال در زنجیره تامین 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 تأمین 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 تأمین، 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 تأمین 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 این صورت، 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 جدول ۱ 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
سودآوری	کاهش

**تئوری بازی‌ها.** ریشه اصلی بکارگیری تئوری بازی‌ها در دهه ۴۰ و در کشورهایی همچون ژاپن و آرژانتین 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 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 دسته‌های 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 جدول ۲، 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 <sup>۱</sup>
۲	بازی ایستا با اطلاعات ناقص	تعادل بیزین نش <sup>۲</sup>
۳	بازی پویا با اطلاعات کامل	(۱) تعادل بازگشتی <sup>۳</sup> (۲) تعادل زیربازی <sup>۴</sup>
۴	بازی پویا با اطلاعات ناقص	تعادل بیزین نش کامل <sup>۵</sup>

**بازی و تعادل نش.** در تعادل نش، زمانی که 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<sup>۶</sup> 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  $i$ ام،  $S_i$  استراتژی بازیکن  $i$ ام،  $S_{-i}$  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  $i$ ام است. با توجه به مفهوم بهترین پاسخ، در بازی دو نفره و همچنین در حالت کلی، تعادل نش<sup>۱</sup> به صورت رابطه ۲ قابل تعریف است [۲]. از تعادل نش در بازیهای مهمی چون بازی انحصاری برتراند<sup>۲</sup> [۶]، بازی انحصاری کورنات<sup>۳</sup> [۱۰]، بازی داوری نهایی<sup>۴</sup>، بازی منافع مشترک<sup>۵</sup> [۱۴] استفاده شده است. در رابطه زیر  $N(G)$  تعادل نش بازی است.

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

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

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

در صورتی که 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<sup>۶</sup> 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

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

**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 زنجیره‌های 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، قیمت‌گذاری و هزینه‌های بازاریابی در مدل؛
۵. استفاده از طراحی آزمایشات در تحلیل حساسیت مدل‌های 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

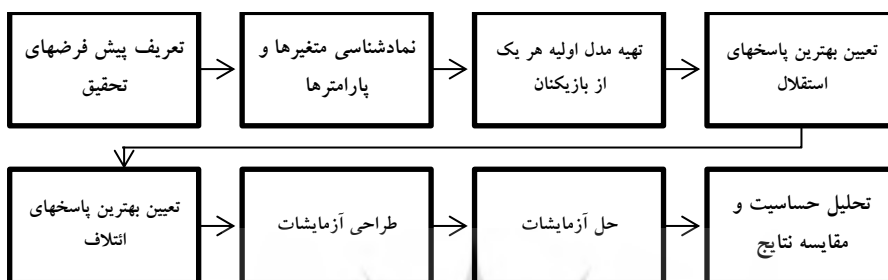
خروجی های تحقیق		شرايط تحقیق		بازي تحقیق		کليات تحقیق	
هدف / خروجی	اعتبارسنجی	معتبرهای بررسی شده	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض ها	نوع / حالت	رویکرد / ابزار قرارداد	محققین / زمان
هدف / خروجی: مقایسه نتایج سه نوع قرارداد مبتنی بر ظرفیت، مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	اعتبارسنجی: مقایسه نتایج سه نوع قرارداد همکاری هدف / خروجی: مقایسه سه نوع قرارداد همکاری در زنجیره‌ی تأمین	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض: عدم قابلیت در تقاضا و عرضه، کالا با طول عمر کوتاه سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین کننده و یک تولید کننده متغیر: قیمت‌ها/ مقدار تولید/ مقدار سفارش	تقابل استکبریگ تعامل پاتو نش / استکبریگ	تقابل استکبریگ تعامل پاتو نش / استکبریگ	شس و بانک در سال ۲۰۰۴
اعتبارسنجی: مقایسه نتایج سه نوع قرارداد همکاری هدف / خروجی: مقایسه سه نوع قرارداد همکاری در زنجیره‌ی تأمین	اعتبارسنجی: مقایسه نتایج سه نوع قرارداد همکاری هدف / خروجی: مقایسه سه نوع قرارداد همکاری در زنجیره‌ی تأمین	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض: تقاضا وابسته به قیمت، کمبود غیرمجاز، افق نامحدود، زمان تحول هدف / خروجی: قرارداد در حالت تخفیف در قرارداد مشارکت در سود نتایج بهتری دارد	پیش فرض: تقاضا وابسته به قیمت، کمبود غیرمجاز، افق نامحدود، زمان تحول هدف / خروجی: قرارداد در حالت تخفیف در قرارداد مشارکت در سود نتایج بهتری دارد	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	کچون و لاوری در سال ۲۰۰۵
اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت بازی‌های آنلاین چین هدف / خروجی: ایجاد همکاری در زنجیره‌های تأمین با قرارداد مشارکت در درآمد	اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت بازی‌های آنلاین چین هدف / خروجی: ایجاد همکاری در زنجیره‌های تأمین با قرارداد مشارکت در درآمد	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض: درآمد تولید کننده تحت تاثیر تلخیرات است سطح و عمق: دو سطحی با یک تولید کننده و یک تأمین کننده متغیر: قیمت‌های خرید و فروش بازیکنان / موجودی‌ها	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	گوبتا و ورووات در سال ۲۰۰۶
اعتبارسنجی: آنالیز حساسیت و مقایسه دو حالت متعمر کر و غیر متعمر کر هدف / خروجی: مقایسه حالت متعمر کر با حالت غیر متعمر کر در همکاری با قرارداد مشارکت در درآمد	اعتبارسنجی: آنالیز حساسیت و مقایسه دو حالت متعمر کر و غیر متعمر کر هدف / خروجی: مقایسه حالت متعمر کر با حالت غیر متعمر کر در همکاری با قرارداد مشارکت در درآمد	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض: تقاضا وابسته است سطح و عمق: دو سطحی با یک خریدار و یک فروشنده متغیر: قیمت و مقدار سفارش بازیکنان	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	لنو و وانگ در سال ۲۰۰۶
اعتبارسنجی: مثال عددی هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در درآمد	اعتبارسنجی: مثال عددی هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در درآمد	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض: تقاضا غیر قابل پیش‌بینی سطح و عمق: سه سطح با یک تولید کننده، یک توزیع کننده و یک خرده‌فروش متغیر: قیمت / مقدار سفارش و خرید	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	فنگ و سایرین در سال ۲۰۰۷
اعتبارسنجی: مثال عددی هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در درآمد	اعتبارسنجی: مثال عددی هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در درآمد	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	عمق زنجیره‌ی تأمین	پیش فرض: تقاضا وابسته است سطح و عمق: دو سطحی با یک تأمین کننده و یک خریدار متغیر: قیمت‌ها/ مقدار سفارش و خرید	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	مشارکت در سود و سرمایه‌گذاری مشترک در همکاری زنجیره‌ی تأمین	جبارن و سایرین در سال ۲۰۰۸

## ادامه جدول ۳. سوابق تحقیقات مشابه

خروجی‌های تحقیق		شرایط تحقیق		بازی تحقیق	کلید تحقیق
هدف / خروجی	اعتبارسنجی	متغیرهای بررسی شده	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	نوع / حالت	رویکرد / ابزار / قرارداد
هدف / خروجی: مقایسه حالت مشترک با حالت غیرمشترک در همکاری با قرارداد مشارکت در سود	اعتبارسنجی: مثال عددی	پیش فرض: دو حالت سیستم مشترک و غیرمشترک در زنجیره‌ی تأمین، چند محصولی، تولید مبتنی بر سفارش	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	فنگ در سال ۲۰۰۸
هدف / خروجی: سنجش حساسیت مدل همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد	اعتبارسنجی: مثال عددی	هدف / خروجی: سنجش حساسیت مدل همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	چن و وانگ در سال ۲۰۰۸
هدف / خروجی: طراحی فرایند چانه‌زنی برای ایجاد همکاری منصفانه در زنجیره‌ی تأمین	اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت رسانهای در هندوستان	هدف / خروجی: طراحی فرایند چانه‌زنی برای ایجاد همکاری منصفانه در زنجیره‌ی تأمین	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	بیا و وانگ در سال ۲۰۰۸
هدف / خروجی: مقایسه نتایج مدل با قرارداد قیمت گذاری انبوه	اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت رسانهای در هندوستان	هدف / خروجی: مقایسه نتایج مدل با قرارداد قیمت گذاری انبوه	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	بهاشینی و سایرین در سال ۲۰۰۹
هدف / خروجی: ایجاد همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد انتخابی	اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت رسانهای در هندوستان	هدف / خروجی: ایجاد همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد انتخابی	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	ژائو و دیگران در سال ۲۰۱۰
هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با قرارداد ارتقاء فروش	اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت رسانهای در هندوستان	هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با قرارداد ارتقاء فروش	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	بالی و وانگو در سال ۲۰۱۰
هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در سود	اعتبارسنجی: مطالعه موردی صنعت رسانهای در هندوستان	هدف / خروجی: همکاری در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از قرارداد مشارکت در سود	سطوح عمق زنجیره‌ی تأمین	تبادل نش	ژو و وانگ در سال ۲۰۱۱

### 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 تأمین دارای سه سطح متشکل از  $M$  تأمین‌کننده،  $N$  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 تأمین 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 تأمین 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 تأمین 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 خرده‌فروش 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 تأمین‌کنندگان برابر و بر اساس تعادل نش است. بنابراین اطلاعات در هر سطح به صورت 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 تأمین‌کننده تدارک دیده می‌شود و برای تولیدکنندگان مختلف ارسال می‌شود.
۱۰. تمامی سطوح زنجیره تأمین سه سطحی مورد نظر اعم از خرده‌فروشان، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان، 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 $\Gamma$ ام (برای تولید و تأمین، اندیس متفاوت می‌باشد)
$P_n$	قیمت فروش محصول $n$ ام از سوی خرده‌فروش $\Gamma$ ام به مشتری نهایی
$P_n$	قیمت فروش انبوه محصول $n$ ام از سوی تولیدکننده $n$ ام به خرده‌فروش $\Gamma$ ام
$D_n$	تابع تقاضای محصول $n$ ام
$C_{M_n}$	هزینه‌های بازاریابی صرف شده از سوی خرده‌فروش برای محصول $n$ ام
$k, \alpha, \beta$	ثابت تابع تقاضا، ضریب کشش قیمتی تقاضا و ضریب تاثیر تبلیغات
$C_{s_m}$	هزینه‌های ثابت سفارش و خرید برای خرده‌فروش $\Gamma$ ام در هر بار کالاهایی محصول $n$ ام
$Q_{r_n}$	مقدار سفارش خرده‌فروش $\Gamma$ ام از محصول $n$ ام

نماد	شرح
$k'_n$	سهام 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 $r$ ام از فروش محصول $n$ ام (تولید و تأمین نیز با اندیس متفاوت مشابه است)
$k_{s_n}$	ضریب مصرف ماده اولیه $s$ ام 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
$C_{O_{sm}}$	هزینه ثابت سفارش‌دهی هر واحد ماده اولیه از تأمین‌کننده $s$ برای تولید محصول $n$ ام
$u, \gamma$	$u$ ثابت تابع هزینه تولید هر واحد محصول $n$ ام و $\gamma$ 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 استخراج ماده اولیه برای تأمین‌کننده $s$ ام
$TSC_s$	مجموع هزینه‌های ثابت تأمین یا استخراج ماده اولیه برای تأمین‌کننده $s$ ام
$C_{S_s}$	هزینه ثابت هر بار تأمین یا استخراج ماده اولیه $s$ ام برای تأمین‌کننده $s$ ام
$k_{S_s}$	سهام 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 تأمین فعالیت می‌نمایند که هر خردهفروش محصول مورد نظر خود را تنها از یک تولیدکننده تأمین 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  $\pi$  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  $n$  باید از معادله تابع تقاضا بزرگتر مساوی باشد و در ضمن مقدار آن نباید از ظرفیت تولیدکننده بیشتر باشد.

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

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 منطبق 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  $n$  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

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

s.t :

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

$$C_{P_n} \geq D_n$$

$$D_n = k \cdot P_n^{-\alpha} \cdot C_{M_n}^{\beta}$$

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

پیامد هر تأمین کننده 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 تأمین کنندگان نیز باید مد نظر باشد، بدین منظور که تأمین کننده 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 تأمین کننده است.

مدل ۳. مدل کلی یک تأمین کننده

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

s.t :

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

$$D_n = k \cdot P_n^{-\alpha} \cdot C_{M_n}^{\beta}$$

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

قالب مستقل و غیرمتمرکز<sup>۱</sup> 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 تأمین کننده، تولیدکننده و خرده‌فروشی بهترین تصمیمات شناسایی شده و در مرحله تعادل یابی 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

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

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

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

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

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

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

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 تأمین کنندگان

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

**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 - خرده‌فروشی.** در حالت اول، خرده‌فروشان و تولیدکنندگان با یکدیگر ائتلاف می‌نمایند<sup>۱</sup>. 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

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

<sup>۱</sup> Manufacturer-Retailer Nash Game(MR Nash)

مقادیر بهترین پاسخ برای متغیرهای  $Q_n, B_n$  همان مقادیر محاسبه شده در حالت کلی بوده، اما برای متغیر  $P_m$  مقادیر بهترین پاسخ با استفاده از نرم‌افزار متلب<sup>۱</sup> محاسبات صورت پذیرفته و نتایج به قرار رابطه ۸ است.

رابطه (۸): بهترین پاسخ‌های ادغام نخست

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

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

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

$$\frac{\partial Z_{MR}}{\partial B_n} = 0 \rightarrow B_n = E_n \cdot \lambda_n \cdot Q_n ; \forall r, n \in N$$

$$C_{p_s} = \varphi_s \cdot [C_{S_o} + \frac{(\sum_{n=1}^N \frac{D_n}{Q_r} \times C_{S_s}) + (\sum_{n=1}^N k_{s_n} \cdot C_{S_o} \cdot k_{s_n} \cdot \frac{Q_n}{2})}{\sum_{n=1}^N k_{s_n} \cdot D_n}] ; \forall s \in M$$

**ادغام تولیدکننده - تأمین‌کننده.** در حالت دوم، تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان با یکدیگر ائتلاف می‌نمایند.<sup>۲</sup> در این حالت، تابع ترکیبی از مجموع توابع هدف تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان 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 به کار می‌رود. هزینه سفارش‌دهی نیز تنها شامل هزینه‌های سفارش‌دهی برای تأمین‌کننده است. با توجه به توضیحات مذکور، تابع هدف حاصل از ادغام تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان به صورت رابطه ۹ قابل استخراج است.

<sup>۱</sup> MATLAB Software

1. Manufacturer ° Supplier Nash Game (MS Nash)

رابطه (۹): تابع سود ادغام دوم

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

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

رابطه (۱۰): بهترین پاسخهای ادغام دوم

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

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

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

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

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

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

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

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

#### ۴. نتایج و تحلیل حساسیت

یک زنجیره تأمین سه سطحی که دارای دو تأمین کننده، دو تولیدکننده و دو خرده فروش 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

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

گروه اول پارامترهای معادلاتی، که شامل ثابت‌های به کار 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	$\alpha$	۱/۲	۱/۲۵
۲	$\beta$	۰/۰۵	۰/۱۵
۳	$\gamma$	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	$\gamma$	U	K	$\alpha$	$\beta$
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 به صورت 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، مدل‌سازی 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 تحذب تابع هدف با استفاده از ماتریس هشین و تحذب 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 پاسخ‌های 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<sup>۱</sup> و الگوریتم لونبرگ<sup>۲</sup> مارکواردت<sup>۲</sup> در نرم‌افزار متلب استفاده شده است. (مشابه ادغام دوم). برای محاسبه سود کلی زنجیره تأمین در حالت ائتلاف تولیدکننده و تأمین‌کننده، از مجموع سود خرده‌فروشان 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	تأمین‌کننده - تولیدکننده	خرده‌فروش <sup>۱</sup> تولیدکننده	مستقل
۱ طرح	۳۴۰۶	۱۹۱۸	۲۲۸۸
۲ طرح	۱۷۷۵	۱۹۳۹	۱۵۹۳
۳ طرح	۱۷۳۷	۱۹۲۹	۱۵۵۲
۴ طرح	۱۳۱۵	۱۸۴۹	۱۰۶۷
۵ طرح	۲۴۰۷	۱۹۶۹	۲۴۴۲
۶ طرح	۲۵۲۵	۱۸۶۶	۲۵۵۲
۷ طرح	۲۰۷۳	۱۹۸۰	۱۹۹۵
۸ طرح	۱۸۶۹	۲۴۶۲	۱۸۰۰
۹ طرح	۱۸۳۹	۱۵۰۱	۱۸۱۹
۱۰ طرح	۲۵۵۲	۱۴۹۳	۲۵۷۲
۱۱ طرح	۱۳۲۰	۱۸۹۲	۱۰۸۸
۱۲ طرح	۲۳۴۵	۱۴۵۱	۲۱۳۵
۱۳ طرح	۲۳۸۰	۱۴۶۷	۲۱۶۸
۱۴ طرح	۳۴۲۱	۲۵۰۳	۲۴۳۸
۱۵ طرح	۲۴۷۴	۱۹۰۰	۲۴۹۸
۱۶ طرح	۱۷۶۴	۲۴۴۱	۱۵۰۰
۱۷ طرح	۱۷۹۴	۲۴۹۲	۱۵۰۷

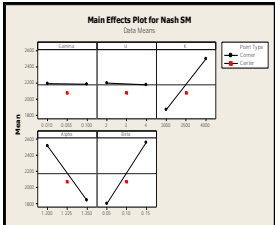
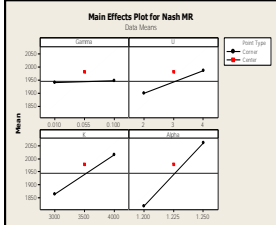
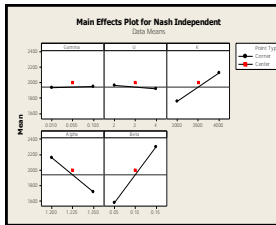
با استفاده از مقایسات زوجی سه نوع بازی بررسی شده در این بخش، مشخص گردید که وضعیت نیمه ادغامی SM نسبت به MR سود بالاتری داشته و از سوی دیگر، حالت نیمه ادغام

1. Fsolve

2. Levenberg-Marquardt(L-M)

نسبت به حالت استقلال، اولویت دارد. اثرات اصلی پارامترهای ۵ گانه 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 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 اتلاف SM			اثرات اصلی اتلاف MR		اثرات اصلی استقلال	
						
پارامتر	تأثیر	ضریب	تأثیر	ضریب	تأثیر	ضریب
گاما	۱۰/۷	۵/۴	۸/۴	۴/۲	-۸/۶	-۴/۳
یو	-۴۳/۱	-۲۱/۶	۸۷/۲	۴۳/۶	-۲۱/۹	-۱۰/۹
کا	۳۶۶/۸	۱۸۳/۴	۱۵۱/۳	۷۱/۶	۶۳۱/۲	۳۱۵/۲
آلفا	-۴۴۷/۱	-۲۲۳/۱	۲۴۲/۶	۱۲۱/۳	-۶۷۱/۲	-۳۷۵/۳
بتا	۷۲۴/۹	۳۶۲/۴	1	1	۷۵۹/۳	۳۷۹/۴

### 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 ارائه 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. آریانزاد، 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. Esmaili, M., Aryanejad, M., & Zeepongsekul, 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 Geometric 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 Geometric Programming. *Decesion Science*, 76-87.
24. Lee, J. W., Kim, D., & Cabot, A. V. (1996). Optimal Demand Rate, Lotsizing 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*. Pennsylvania: 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.

