

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

سال نهم، شماره ۳۴، تابستان ۱۳۹۸

شاپا چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپا الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵

ص ص ۱۵۱ - ۱۳۱

## مقایسه قراردادهای بازپس‌گیری، کاهش و منعطف در زنجیره‌های تأمین چندسطحی با تقاضای احتمالی و رویکرد نظریه بازی‌ها

حمیدرضا شاطری\*، حنان عموزاد مهدرجی\*\*، نیما گروسی مختارزاده\*\*\*

### چکیده

شرکت‌ها برای دستیابی به موفقیت در فضای رقابتی بازار جهانی، اشکال متنوعی از همکاری‌ها را به کار می‌برند. مدل‌های همکاری سعی در یافتن پاسخی کاربردی در ترغیب اعضای زنجیره تأمین برای اتخاذ تصمیمات به‌عنوان سیستم‌های متمرکز را دارند که در این خصوص قراردادهای همکاری ابزارهای مفیدی برای تغییر رفتار اعضای زنجیره به رفتار منسجم همکارانه برای دستیابی به هدف نهایی زنجیره که سودآوری کلی آن است، با یکدیگر هستند. پژوهش حاضر با هدف تعیین مناسب‌ترین قرارداد ایجادکننده همکاری بین سطوح زنجیره، به بررسی زنجیره‌های تأمین و قراردادهای همکاری پرداخته است و در نتیجه آن، یک زنجیره تأمین دوسطحی و قراردادهای بازپس‌گیری، کاهش و منعطف انتخاب شدند. با رویکرد نظریه بازی‌ها، بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل و تعادل نش، به‌عنوان شیوه بررسی و احتمالی بودن تقاضای مشتریان نهایی، مدل‌های اولیه توابع سود هر سطح زنجیره طراحی و سپس با مدنظر قراردادن شرایط خاص هر قرارداد، مدل‌های ثانویه نیز بازطراحی شدند؛ سپس با طراحی آزمایش‌هایی با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب و حل آن‌ها توسط نرم‌افزارهای اکسل و لینگو و تحلیل خروجی‌ها، قرارداد کاهش به‌عنوان مناسب‌ترین شیوه برقراری همکاری در بین سطوح زنجیره تعیین شد.

**کلیدواژه‌ها:** زنجیره تأمین دوسطحی؛ قرارداد بازپس‌گیری؛ قرارداد کاهش؛ قرارداد منعطف؛ نظریه بازی‌ها.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۱۴، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳.

\*\*\* کارشناسی ارشد، موسسه آموزشی مهر البرز، تهران.

\*\*\* استادیار، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).

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

\*\*\* استادیار، دانشگاه تهران.

## ۱. مقدمه

شرکت‌هایی که در زنجیره‌های تأمین با هم همکاری می‌کنند عمدتاً مستقل از هم بوده و در درجه نخست علاقه‌مند به افزایش سود شرکت خود، به جای افزایش سود کل زنجیره تأمین هستند [۱۸]. هدف از همکاری در زنجیره‌های تأمین، بهبود عملکرد زنجیره به‌وسیله همسان‌سازی برنامه‌ها و اهداف از سرمایه‌گذاری‌ها است که این همکاری‌ها معمولاً بر مدیریت موجودی‌ها و تصمیم‌گیری‌های سفارش‌دهی در بین شرکت‌های همکار در زنجیره تأمین متمرکز می‌شود [۲۲]. اعضای زنجیره تأمین به یکدیگر وابسته بوده و نیازمند همکاری از طریق مدیریت مؤثر وابستگی‌ها هستند. مفهوم همکاری، اعضای زنجیره تأمین را به کار منسجم برای شناسایی وابستگی‌های بین خود راهنمایی می‌کند تا اهداف، بازتعریف شده و ریسک‌ها و پیامدهای همکاری منصفانه به اشتراک گذارده شوند [۴]. عملکرد زنجیره تأمین بهینه نیازمند اجرای مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است که این فعالیت‌ها همیشه در بهترین حالت در میان اعضای زنجیره تأمین اجرایی نمی‌شوند و این امر موجب عملکرد ضعیف کل زنجیره می‌شود. عملکرد بهینه قابل‌دستیابی خواهد بود اگر شرکت‌ها تحت قرارداد همکاری به‌گونه‌ای که هدف هر شرکت با هدف کل زنجیره تأمین همسو باشد و با در نظر داشتن مسائل اقتصادی طرفین قرارداد و سودآوری زنجیره، همکاری کنند [۶]. به همین سبب معمولاً قراردادهای همکاری در زنجیره تأمین<sup>۱</sup> برای کاهش رفتارهای فرصت‌طلبانه و افزایش اثربخشی همکاری در کل زنجیره تأمین به کار می‌روند [۱۸]. دلایل متعدد دیگری نیز برای اتخاذ قراردادها در یک فضای دوجانبه همکاری به سبب کاهش تضادهای موجود در روابط معاملاتی وجود دارند [۲۰]. امروزه یکی از چالش‌های مهم در مدیریت زنجیره‌های تأمین، ایجاد همکاری در زنجیره با وجود تضاد در اهداف، خواسته‌ها، تنوع در محصولات و خدمات و همچنین سبک‌های مدیریتی متفاوت است. در یک زنجیره تأمین، قراردادهای مختلفی از جمله قرارداد قیمت عمده فروشی<sup>۲</sup>، مشارکت در سود<sup>۳</sup>، مشارکت در درآمد<sup>۴</sup>، مرجوعی/بازپس‌گیری<sup>۵</sup>، کاهش<sup>۶</sup>، قرارداد منعطف<sup>۷</sup> و قرارداد تخفیف<sup>۸</sup> وجود دارد [۱،۲،۱۴] که هر یک بسته به حوزه کاربرد و توافق طرفین می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. بررسی قراردادها و مقایسه آن‌ها با هم می‌تواند به شناخت و کاربرد هر کدام در حوزه مربوط به خود و متغیرهای تأثیرگذار در هر نوع قرارداد و انتخاب قرارداد مناسب در همکاری‌های زنجیره تأمین و حداکثرسازی سود مورد نظر طرفین بیانجامد؛ از این رو هدف کلی این پژوهش،

1. Supply Chain Coordination Contract
2. Wholesale price contract
3. Cost-plus (profit) shairing contract
4. Revenue shairing contract
5. Buyback contract
6. Sales rebate contract
7. Quantity flexibility contract
8. Quantity discount contract

بررسی و مقایسه بین قراردادهای همکاری و انتخاب مناسب‌ترین نوع قرارداد برای ایجاد همکاری در زنجیره تأمین است که در این خصوص یک زنجیره‌تأمین دوسطحی<sup>۱</sup> با یک توزیع‌کننده<sup>۲</sup> و یک خرده‌فروش<sup>۳</sup> و قراردادهای همکاری بازپس‌گیری، کاهش و منعطف در نظر گرفته شده و با رویکرد نظریه بازی‌ها، بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل و تعادل نش و همچنین با مدنظر قراردادن تقاضای احتمالی مشتریان، به بررسی شیوه برقراری همکاری توسط آن‌ها در زنجیره پرداخته شده است. اشاره به این نکته حائز اهمیت است که تاکنون مقایسه این سه قرارداد در شرایط احتمالی در هیچ پژوهشی صورت نگرفته است.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یک زنجیره تأمین، شبکه‌ای است از سازمان‌ها، جریان‌ها و فرآیندهایی است که برای به‌دست آوردن مواد اولیه، تبدیل این مواد به محصولات نهایی و تحویل آن‌ها به مشتریان، با هم همکاری می‌کنند [۱۷]. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، شرکت‌ها خود را به‌عنوان مجری وظایف زنجیره‌ای نزدیک به هم در نظر گرفتند که هدف این اتصال خدمت به مشتری بود. این یکپارچگی داخلی به مدیریت لجستیک و یا مدیریت مواد اشاره دارد که با یکپارچه‌سازی فعالیت‌های مربوط به آن‌ها از جمله فعالیت‌های خرید، عملیات‌ها و وظایف توزیع، به‌طور موفقیت‌آمیزی عملکرد خویش را بهبود بخشیدند؛ اما همچنان توسط سایر فعالیت‌هایی که هنوز یکپارچه نشده بودند، مانند توسعه محصول و بی‌توجهی به خواسته مشتریان و تأمین‌کنندگان خویش، محدود و درگیر بودند و این محدودیت‌ها، مانع پاسخگویی سریع شرکت‌ها به تغییرات بازار و متعاقباً پاسخگویی آن‌ها به تغییر نیازهای مشتری می‌شد. شرکت‌ها در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ به یکپارچه‌کردن کلیه فعالیت‌ها پرداختند و به دنبال آن با مشخص شدن افزایش سود شرکت‌های پیش‌تاز در نتیجه این یکپارچگی، بسیاری از شرکت‌ها روش‌های مدیریت زنجیره تأمین را اتخاذ کردند [۱۰].

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های داخلی اندک و خارجی بسیاری در زمینه همکاری در زنجیره تأمین، مشخصاً با در نظر گرفتن قراردادهای همکاری در این حوزه صورت گرفته است که در ادامه به چند مورد از آن‌ها در جدول ۱، برای منابع داخلی و جدول ۲، برای منابع خارجی اشاره می‌شود. تعداد پژوهش‌های بررسی‌شده برای منابع داخلی به تعداد ۱۲ پژوهش از سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ و برای منابع خارجی به تعداد ۲۳ پژوهش از سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶ بوده است که

1. Two-level supply chain
2. Distributer
3. Retailer

به دلیل وجود محدودیت در ارائه مطالب، در این بخش ۵ مورد از پژوهش‌های اخیر در ارتباط با منابع داخلی و ۱۱ مورد از پژوهش‌های اخیر انجام‌شده در ارتباط با منابع خارجی ذکر شده‌اند.

جدول ۱. پیشینه پژوهش‌های داخلی

عنوان پژوهش	پژوهشگر/ سال	نوع زنجیره تأمین/ قرارداد	نوع بازی/ تعادل
طراحی مدل همکاری برای زنجیره تأمین سه‌سطحی نامحدود: رویکرد نظریه بازی‌های همکارانه	عموزاد مهدیرچی و همکاران (۱۳۹۳)	سه‌سطحی نامحدود/ مشارکت در سود	همکارانه/ تعادل نش
هماهنگی تصمیم‌های قیمت‌گذاری، تولید و بازاریابی در زنجیره تأمین رقابتی با استفاده از رویکرد نظریه بازی	نعیمی صدیق (۱۳۹۳)	سه‌سطحی با چند تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و چند خرده‌فروش	ایستا با اطلاعات کامل/ تعادل نش بازی استکلبرگ/ تعادل بازگشتی همکارانه/ تعادل نش
هماهنگی میان اعضای یک زنجیره تأمین چندمنبعی در شرایط اختلال	محمدزاده (۱۳۹۳)	دوسطحی/ قرارداد منعطف قرارداد مبتنی بر همکاری	استکلبرگ/ تعادل بازگشتی
مدلی برای قابلیت ارتجاعی زنجیره تأمین جهت رقابت‌پذیری در شرکت‌های خودروسازی ایران	فکور ثقیه (۱۳۹۲)		روش‌های آمار استنباطی / رتبه‌بندی با تاپسیس فازی
مدلی برای مدیریت روابط زنجیره تأمین در شرکت‌های کوچک و متوسط به منظور افزایش رقابت‌پذیری	براتی (۱۳۹۲)	دوسطحی	روش‌های آمار استنباطی و مدل‌سازی ساختاری

جدول ۲. پیشینه پژوهش‌های خارجی

عنوان پژوهش	پژوهشگر / سال	نوع زنجیره تأمین / قرارداد	نوع بازی / تعادل
همکاری در زنجیره تأمین با قراردادهای مدیریت موجودی پیمانکار از نگاه پیمانکار	سیناتان و گرونولت (۲۰۱۹)	دوسطحی / قراردادهای بازپس-گیری، منعطف، تخفیف، کاهش و مشارکت در درآمد	مدل سازی ریاضی بر اساس مدل روزنامه فروش / تحلیل حساسیت
بازاریابی قیمت گذاری و تصمیمات موجودی در یک زنجیره تأمین با رقابت خرده فروشان	یان و آی پی کا اف (۲۰۱۹)	دوسطحی / قرارداد بازپسگیری	مدل سازی ریاضی، بازی استکلبرگ / تعادل نش
همکاری و اولویت در زنجیره تأمین بر پایه مکانیزم جلورفت حساسیت زمان	ژین و فنگجیو (۲۰۱۸)	دوسطحی / قرارداد عمده فروشی، قرارداد مشارکت در درآمد بر پایه حساسیت زمان	مدل مفهومی ریاضی / نظریه بازی‌ها / تحلیل عددی
مکانیزم بهینه بازگشت و کاهش در بازی یک زنجیره-تأمین بسته	جنک و جیوانی (۲۰۱۸)	دوسطحی / قرارداد تخفیف	مدل سازی ریاضی، بازی استکلبرگ / تعادل مارکف
بهینه سازی و همکاری زنجیره تأمین با قراردادهای مشارکت در درآمد و خدمات درخواستی تحت عرضه و تقاضای غیرمتمرکز طراحی قرارداد منعطف برای مدیریت موجودی توسط پیمانکار در زنجیره تأمین با درخواست خدمات حساس: مشارکت در درآمد و کمک مالی تأمین کننده	بنیونگ و بی (۲۰۱۷)	دوسطحی / قرارداد مشارکت در درآمد	مدل مفهومی ریاضی / تحلیل حساسیت
مقایسه‌ای بین قراردادهای همکاری در زنجیره تأمین ساده دوسطحی	جینهوا و همکاران (۲۰۱۷)	دوسطحی / قرارداد مشارکت در درآمد	مدل سازی ریاضی غیرخطی، نظریه بازی / تعادل نش و بهره‌وری پارتو
مقایسه‌ای بین قراردادهای همکاری در زنجیره تأمین ساده دوسطحی	ففر (۲۰۱۶)	دوسطحی / فروش انبوه، مشارکت در سود، مشارکت در درآمد	مدل سازی ریاضی، بازی چانه‌زنی / تعادل نش چانه‌زنی
زنجیره تأمین دومرحله‌ای با قرارداد تجاری منعطف	یانگ و همکاران (۲۰۱۶)	دوسطحی / قرارداد منعطف	مدل سازی ریاضی، بازی استکلبرگ / تحلیل با مدل روزنامه فروش بیوسته

عنوان پژوهش	پژوهشگر / سال	نوع زنجیره تأمین / قرارداد	نوع بازی / تعادل
قراردادهای تهیه و تدارک منعطف برای رقابت خرده‌فروشان	چن و همکاران (۲۰۱۶)	دوسطحی / قرارداد منعطف	بازی غیرهمکارانه / تعادل استراتژی خالص
هماهنگی تصمیم‌گیری‌های موجودی در یک زنجیره تأمین دوسطحی از طریق قرارداد کاهش	حیدری، اصل نجفی (۲۰۱۶)	دوسطحی / قرارداد کاهش	مدل‌سازی ریاضی بر اساس مدل روزنامه‌فروش / تحلیل حساسیت
انتخاب قراردادهای در زنجیره-تأمین، یک تجزیه‌وتحلیل تجربی	سلوس و جیووانی (۲۰۱۵)	چندسطحی / فروش انبوه، مشارکت در درآمد، تخفیف، کاهش، منعطف، بازپس‌گیری،	مدل مفهومی ریاضی / نظریه بازی‌ها
تأثیر قرارداد منعطف بر عملکرد خرده‌فروش و عرضه‌کننده	کای و همکاران (۲۰۱۵)	دوسطحی / قرارداد منعطف	مدل روزنامه‌فروش / برنامه‌ریزی پویا
رویکرد تئوری بازی‌ها برای همکاری در زنجیره‌های تأمین چندسطحی نامحدود	عموزاد و همکاران (۲۰۱۵)	سه‌سطحی / قرارداد مشارکت در درآمد	مدل‌سازی ریاضی غیرخطی، نظریه بازی / تعادل نش و بهره‌وری پارتو

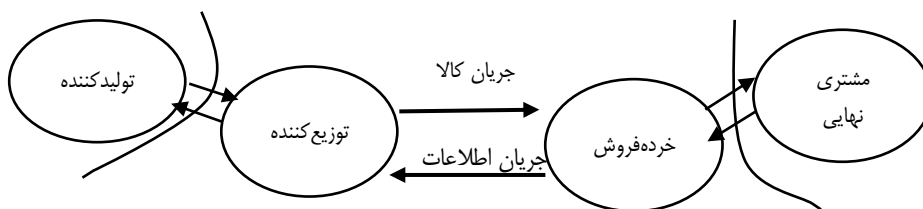
نتایج حاصل از تحلیل صورت‌گرفته بدین شرح است که در پژوهش‌های داخلی، بررسی قراردادهای همکاری در زنجیره تأمین به‌عنوان یکی از مباحث مطرح بروز و نوپا در جوامع علمی و حوزه همکاری‌های سطوح مختلف زنجیره‌های تأمین چندان صورت نگرفته که این خود به‌معنای بی‌توجهی به این مقوله پرکاربرد در مقایسه با پژوهش‌های خارجی است و فقط مشاهده شد که تا حد قابل‌توجهی از علم نظریه بازی‌ها و تعادل‌های مطرح‌شده در آن برای بررسی زنجیره‌های تأمین و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها با موضوع‌های گوناگون مورد مطالعه، استفاده شده است. در پژوهش‌های خارجی نیز مطالعه درباره قراردادهای همکاری در زنجیره تأمین به میزان قابل‌توجهی صورت پذیرفته و تفاوت مشهود با پژوهش‌های داخلی در شیوه تجزیه‌وتحلیل زنجیره‌های تأمین است که در این پژوهش‌ها شیوه غالب، مدل‌سازی بر مبنای مدل پایه‌ای روزنامه‌فروش و بررسی آن با تجزیه‌وتحلیل مدل با استفاده از روش‌های گوناگون است.

در پژوهش حاضر سعی شده است با بررسی زنجیره‌های تأمین، اهداف، ویژگی‌ها، نقاط قوت و ضعف آن‌ها و نیازمندی به همکاری صحیح بین اعضای زنجیره به‌عنوان یکی از نقاط ضعف آن و همچنین مدل‌های همکاری موجود در زنجیره تأمین و مشخصاً با مدنظر قراردادن قراردادهای همکاری بازپس‌گیری، کاهش و منعطف در زنجیره تأمین دوسطحی، متغیرهای

تأثیرگذار در ارتباط بین طرفین قرارداد به صورت عام و خاص برای هر یک از قراردادهای شناسایی شود و نحوه طراحی آن‌ها با توجه به متغیرهای اصلی در شرایط عدم اطمینان، در یک زنجیره تأمین متمرکز بدون ریسک با وجود یک توزیع کننده (S) و یک خرده‌فروش (R) ارائه و سپس با استفاده از منطق نظریه بازی‌ها، بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل و تعادل نش، به حل و مقایسه و ارزیابی قراردادهای یادشده پرداخته شود و در نهایت مناسب‌ترین نوع قرارداد همکاری در زنجیره‌های تأمین تعیین گردد.

در این چارچوب، ابتدا مدل مفهومی زنجیره تأمین انتخابی در شکل ۱ و مدل اجرایی پژوهش که ساختار پژوهش نیز بر آن استوار است و سپس روش‌شناسی پژوهش که شامل فرضیه‌ها، مدل‌های اولیه و ثانویه و روش حل آن‌ها و تحلیل خروجی‌ها است، در بخش‌های آتی ارائه می‌شود.

در ادامه مدل ساده زنجیره تأمین دوسطحی موردنظر پژوهش حاضر ارائه می‌شود؛ همچنین یک سطح قبل و بعد از سطوح موردنظر پژوهش به دلیل بیان به‌کارگیری نتایج این پژوهش در زنجیره‌های تأمین دوسطحی دیگر و نیز زنجیره‌های تأمین با بیشتر از دو سطح نشان داده شده‌اند.



شکل ۱. مدل زنجیره تأمین

### ۳. روش‌شناسی پژوهش

فرآیندهای اصلی در زنجیره تأمین مطابق با مدل اسکور<sup>۱</sup> که نمای کلی از زنجیره تأمین را نشان می‌دهد، برنامه‌ریزی<sup>۲</sup>، منبع‌یابی<sup>۳</sup>، ساخت و تولید<sup>۴</sup>، تحویل<sup>۵</sup> و در نهایت بازگشت<sup>۶</sup> است که هر یک دارای اجزا و زیرفرآیندهای مختص به خود هستند [۱۳]. زنجیره تأمین خریدار - فروشنده<sup>۷</sup> در حالت کلی به یک زنجیره تأمین که دارای دو سطح همکاری است، اتلاق می‌شود که این دو سطح می‌توانند تأمین کننده - تولیدکننده، تولیدکننده - توزیع کننده، تولیدکننده -

1. Supply Chain Operation Reference (SCOR)
2. Plan
3. Source
4. Make
5. Deliver
6. Return
7. Seller - Buyer

خرده‌فروش و غیره باشند. سطوح همکاری موردنظر زنجیره تأمین فرضی این پژوهش، توزیع‌کننده - خرده‌فروش است که مدل‌سازی‌ها، بررسی و تحلیل آن‌ها در پیرامون آن دو سطح صورت می‌پذیرد.

در ادامه پیش‌فرض‌های موردنظر در ارتباط با زنجیره تأمین فرضی و پارامترها و متغیرهای موردنظر زنجیره در این پژوهش شرح داده خواهد شد.

- زنجیره تأمین دوسطحی موردنظر شامل یک توزیع‌کننده و یک خرده‌فروش است که توزیع‌کننده فرآیند اصلی توزیع که شامل حمل‌ونقل و ارسال اقلام به محل خرده‌فروش بوده رابر عهده دارد و خرده‌فروش فرآیند لجستیک و نگهداری مواد و نیز فروش کالاها و اقداماتی نظیر تبلیغات برای افزایش فروش را عهده‌دار است.

- تعداد بازیکنان هر یک از سطوح زنجیره تأمین دو بازیکن با عناوین توزیع‌کننده و خرده‌فروش بوده که در این صورت زنجیره دارای یک عمق است.

- قراردادهای همکاری به‌صورت قرارداد بازپس‌گیری، منعطف و کاهش در نظر گرفته شده است.

- امکان عدم‌همکاری بازیکنان وجود دارد؛ اما همکاری آنان با توجه به هر یک از قراردادهای همکاری مورد موضوع، بررسی شده است و با مقایسه هر یک و در نظر گرفتن شرایط بازی بین آنان، این نتیجه به‌دست آمد که در صورت اقدام به همکاری، آن همکاری از طریق تعادل نش ایجاد می‌شود.

- متغیرهای موردنظر شامل قیمت و موجودی است.

- هزینه تبلیغات می‌تواند از جانب خرده‌فروش به توزیع‌کننده برای قراردادن کالاها در محل فروش خود تحمیل شود.

- نوع تابع تقاضا احتمالی است که موجب بروز عدم‌اطمینان در عرضه و تقاضا در زنجیره تأمین می‌شود و به سبب پیش‌بینی تقاضا از سوی خرده‌فروش، مقادیر تقاضای دوره، فروش، درآمد، هزینه و سود که محاسبه خواهند شد به‌صورت انتظاری است؛ بنابراین در این پژوهش، عدم‌قطعیت در تقاضای مشتریان نهایی و همچنین شیوه همکاری بازیکنان وجود دارد.

- تابع تقاضا در این پژوهش به‌دلیل آنکه احتمال رخ‌دادن تقاضا از جانب مشتری نهایی در زمان سفارش‌دهی موردبررسی است، از توزیع پواسون تبعیت می‌کند؛ در نتیجه نرخ تقاضای مشتری در فاصله زمان سفارش‌گذاری تا زمان دریافت کالاها، یک متغیر تصادفی پواسون با پارامتر  $\lambda$  است.



- به سبب احتمالی بودن تقاضا مشتری نهایی، کمبود در سیستم مجاز است که در نتیجه آن به مقدار متوسط کمبود  $\bar{b}_r$  در زنجیره کمبود رخ می‌دهد و میزان هزینه آن به سیستم موجودی خرده‌فروش متحمل می‌شود.
- هزینه نگهداری محصولات که به خرده‌فروش متحمل می‌شود، در مورد دو قرارداد بازپس‌گیری و منعطف به دلیل بازگرداندن اقلام مازاد به توزیع‌کننده، در نظر گرفته نشده است، ولی در ارتباط با قرارداد کاهش، در صورت وجود اقلام مازاد هزینه نگهداری آن‌ها به عهده خرده‌فروش است.
- تقاضا از جانب مشتری نهایی به خرده‌فروش داده می‌شود و بر مبنای آن مبلغ پیشنهادی خرده‌فروش را دریافت می‌کند و پس از بررسی و همگام‌سازی تقاضای خود با قیمت خرده‌فروش، مقدار تقاضای نهایی خود را اعلام کرده و سپس خرده‌فروش تقاضا را از محل موجودی انبار خود تأمین می‌کند و به منظور بازیابی موجودی، مقدار سفارش خود را به توزیع‌کننده می‌دهد تا بتواند پس از دریافت سفارش با مبلغ پیشنهادی توزیع‌کننده، پاسخگوی تقاضای‌های بعدی مشتری باشد. در این فرآیند هر یک از سطوح، خرده‌فروش و توزیع‌کننده دارای تابع سود مربوط به خود هستند که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود و در مجموع تابع سود زنجیره تأمین فرضی را تشکیل می‌دهند.
- جدول ۳، متغیرهای مطرح و مورد استفاده در این پژوهش برای هر یک از سطوح موردنظر را نشان می‌دهد.

جدول ۳. متغیرها و پارامترهای سطوح همکاری در زنجیره تأمین فرضی و قراردادهای همکاری

نوع	شرح	نماد
متغیر	قیمت فروش انبوه هر واحد کالا از توزیع‌کننده به خرده‌فروش	$P_d$
پارامتر	هزینه متغیر تهیه هر واحد کالا توسط توزیع‌کننده	$C_{vd}$
پارامتر	هزینه تبلیغات تحمیل شده از سوی خرده‌فروش به توزیع‌کننده	$C_{md}$
پارامتر	هزینه فروش از دست‌رفته برای توزیع‌کننده به‌ازای هر واحد فروخته‌نشده توسط خرده‌فروش ( $C_{od} = P_r - P_{bd}$ )	$C_{od}$
متغیر	قیمت بازپس‌گیری هر واحد کالای فروخته‌نشده در انتهای دوره توسط توزیع‌کننده ( $P_{bd} < P_d$ )	$P_{bd}$
متغیر	سود موردانتظار توزیع‌کننده	$B_d$
پارامتر	نقطه سفارش مجدد خرده‌فروش	$ROP_r$
متغیر	قیمت خرده‌فروش برای فروش کالا به مشتری نهایی	$P_r$

نوع	شرح	نماد
متغیر	متغیر تصادفی تقاضای مشتری نهایی طی دوره زمانی	x
پارامتر	ثابت تقاضای مشتری در طی دوره زمانی	$\lambda$
پارامتر	متوسط تقاضای مشتری نهایی	$E(x) = \lambda$
پارامتر	هزینه فروش از دست رفته به‌ازای هر واحد فروخته‌نشده برای خرده‌فروش ( $C_{or} = P_d - P_{bd}$ )	$C_{or}$
متغیر	متوسط مقدار مازاد خرده‌فروش	$\bar{O}_r$
پارامتر	هزینه ثابت تأمین کالا توسط خرده‌فروش	$C_{sr}$
متغیر	مقدار سفارش خرده‌فروش به توزیع‌کننده	$q_r$
متغیر	متوسط مقدار کمبود خرده‌فروش	$\bar{b}_r$
پارامتر	هزینه کمبود خرده‌فروش ( $C_{br} = P_r - P_d$ )	$C_{br}$
متغیر	سود موردانتظار خرده‌فروش	$B_r$
متغیر	مقدار سفارش بهینه برای خرده‌فروش	$q_r^*$
متغیر	سود زنجیره تأمین	B

هر یک از قراردادهای همکاری دارای پارامترها و متغیرهای خاص مربوط به خود است که در زمان ارائه مدل‌های ثانویه سطوح زنجیره ارائه می‌شوند.

مدل‌سازی اولیه سطوح همکاری در زنجیره تأمین. پس از بررسی‌های صورت‌گرفته در ارتباط با سطوح انتخابی زنجیره تأمین، روابط سود خرده‌فروش و توزیع‌کننده به‌صورت زیر به‌دست آمدند.

$$B_r = \lambda * P_r + q_r * C_{md} - q_r * P_d - \frac{\lambda}{q_r} * C_{sr} - \bar{b}_r * C_{br} - \bar{O}_r * C_{or} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$B_d = q_r * P_d - q_r * C_{vd} - q_r * C_{md} - \bar{O}_r * C_{od} \quad \text{رابطه (۲)}$$

رابطه ۱، مربوط به سود خرده‌فروش است که در آن عبارت اول مربوط به درآمد خرده‌فروش از برآوردن تقاضای مشتری نهایی بوده و عبارت دوم نیز درآمد خرده‌فروش حاصل از تبلیغات کالاهای توزیع‌کننده در محل فروش خود است. عبارت سوم، هزینه پرداختی خرده‌فروش بابت سفارش اقلام از توزیع‌کننده است که به آن پرداخت می‌شود و عبارت چهارم مربوط به هزینه ثابت سفارش‌دهی خرده‌فروش است و در نهایت عبارت‌های پنجم و ششم مربوط به احتمال

رخداد هزینه کمبود موجودی در صورت بروز کمبود و احتمال رخ دادن هزینه موجودی مازاد در صورت عدم فروش است که ممکن است خردهفروش با آن مواجه شود. رابطه ۲، مربوط به سود توزیع کننده است که در آن عبارت اول مربوط به درآمد توزیع کننده از محل تأمین سفارش خردهفروش بوده و عبارت دوم هزینه متغیر تأمین اقلام مورد نیاز توزیع کننده از یک تولیدکننده برای پاسخگویی به سفارشها خردهفروش است که هزینه ثابت سفارش دهی نیز در مقدار هزینه متغیر تأمین اقلام در نظر گرفته شده است. عبارت سوم مربوط به هزینه تبلیغات محصولات بوده که از سوی خردهفروش به توزیع کننده تحمیل شده و عبارت آخر نیز مربوط به هزینه متوسط موجودی مازاد و محصولات فروخته نشده توسط خردهفروش برای توزیع کننده است. متوسط مقادیر کمبود و مازاد از طریق روابط زیر به دست می آیند:

$$\bar{b}_r = \sum_{x=ROPr}^{\max} \lambda ((x - ROPr) * (1 - (\sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!}))) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\bar{O}_r = \sum_{x=0}^{ROPr} ((ROPr - x) * (\sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!})) \quad \text{رابطه (۴)}$$

با قراردادن روابط ۳، مقدار متوسط کمبود خردهفروش و ۴ مقدار متوسط مازاد رخ داده برای خردهفروش که در سود توزیع کننده نیز اثر می گذارد، در روابط سود هر سطح، روابط ۱ و ۲، به صورت زیر بازنویسی می شوند؛ همچنین از مجموع توابع سود سطوح، تابع سود کلی زنجیره نیز حاصل می شود:

$$B_r = \lambda * P_r + q_r * C_{md} - q_r * P_d - \frac{\lambda}{q_r} * C_{sr} - \left( \sum_{x=ROPr}^{\max} \lambda \left( (x - ROPr) * \left( 1 - \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * C_{br} - \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * C_{or} \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$B_d = q_r * P_d - q_r * C_{vd} - q_r * C_{md} - \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * C_{od} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$B = \lambda * P_r - \frac{\lambda}{q_r} * C_{sr} - q_r * C_{vd} - \left( \sum_{x=ROPr}^{\max} \lambda \left( (x - ROPr) * \left( 1 - \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * C_{br} - \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (C_{or} + C_{od}) \quad \text{رابطه (۷)}$$

## مدل‌سازی ثانویه سطوح همکاری در زنجیره تأمین بر اساس قراردادهای همکاری

مدل همکاری بر اساس قرارداد بازپس‌گیری. قرارداد بازپس‌گیری به خرده‌فروش این انگیزه را می‌دهد، هر مقدار که می‌خواهد سفارش موجودی خود را به توزیع‌کننده دهد؛ زیرا طبق این قرارداد توزیع‌کننده موافقت می‌کند که کالاهای فروخته‌نشده را با قیمتی کمتر نسبت به مبلغ اولیه فروش کالاها از خرده‌فروش خریداری کند و به‌عبارتی دیگر بازپس‌گیرد [۲۰]. در جدول ۴، متغیر خاص قرارداد بازپس‌گیری و در ادامه روابط سود سطح خرده‌فروش و توزیع‌کننده به‌ترتیب ارائه شده است.

جدول ۴. پارامترهای قرارداد بازپس‌گیری

نوع	شرح	نماد
متغیر	قیمت بازپس‌گیری هر واحد کالای فروخته‌نشده در انتهای دوره توسط توزیع‌کننده	$P_{bd}$
		$(P_{bd} < P_d)$
	$B_r = \lambda * P_r + q_r * C_{md} - q_r * P_d - \frac{\lambda}{q_r} * C_{sr}$ $- \left( \sum_{x=ROPr}^{\max} \lambda \left( (x - ROPr) * \left( 1 - \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_r - P_d)$ $- \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_d - P_{bd})$	رابطه (۸)
	$B_d = q_r * P_d - q_r * C_{md} - q_r * C_{vd}$ $- \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_r - P_{bd})$	رابطه (۹)

متغیرهای این مدل قیمت خرده‌فروش، قیمت توزیع‌کننده، قیمت بازپس‌گیری و مقدار سفارش است و در هر دو سطح خرده‌فروش و توزیع‌کننده، عوامل تأثیرگذار بر متغیرها، پارامترهای نقطه سفارش مجدد با بازه مقداری  $2 \leq ROPr \leq 4$  و متوسط تقاضای مشتری نهایی با بازه مقداری  $10 \leq \lambda \leq 12$  در نظر گرفته شده‌اند و مقادیر مربوط به پارامترهای ثابت در کل طرح‌های آزمایش بدین‌صورت تعیین شده‌اند. ثابت سفارش‌دهی خرده‌فروش مقداری عددی  $0.06$ ، هزینه تبلیغات  $0.05$  و هزینه متغیر تهیه هر واحد کالا توسط توزیع‌کننده  $0.1$  واحد پولی هستند.

پس از قراردادن مقادیر عددی داده‌شده در هر یک از روابط سود خرده‌فروش و توزیع‌کننده، ساده‌سازی توسط نرم‌افزار اکسل و مرتب‌کردن آن‌ها بر اساس متغیرها، مدل نهایی برای حل و به‌دست‌آوردن پاسخ متغیرها توسط نرم‌افزار لینگو به‌صورت رابطه ۱۰، به‌دست آمد.

$$\frac{(0.05-P_d)}{10.4} * q_r - \frac{0.058}{q_r} + 1.93P_d + 0.028P_{bd} \leq P_r \tag{۱۰} \text{ رابطه}$$

$$q_r^* = \sqrt{\frac{0.6}{P_d-0.05}}$$

$$\frac{0.3(P_r-P_{bd})}{q_r} + 0.15 \leq P_d$$

$$\frac{(0.15-P_d)}{0.3} * q_r + P_r \leq P_{bd}$$

به همین ترتیب در حالت کلی تعداد ۵ آزمایش با در نظر گرفتن مقادیر متفاوت عوامل تأثیرگذار و یک نقطه میانی آن‌ها توسط نرم افزار مینی تب طراحی شد که برای طراحی آن‌ها از طرح‌های عاملی  $2^k$  یا طرح‌های دوسطحی که در آن  $k$  تعداد عوامل تأثیرگذار است، استفاده شد؛ سپس با نرم افزارهای اکسل و لینگو حل شد که به دلیل محدودیت موجود فقط پاسخ نهایی به دست آمده از هر کدام در جدول ۵، ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج طرح‌های آزمایش قرارداد بازپسگیری

$C_{vd}$	$C_{md}$	$C_{sr}$	$ROP_r$	$\lambda$	DOE	$q_r$	$P_r$	$P_d$	$P_{bd}$	$B_r$	$B_d$	$B$
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۴	۱۰	DOE1	۰/۶۹۸۱	۲/۳۴۱۶	۱/۲۸۱۲	۱/۲۳۴۵	۵۱	۴۵۰	۵۰۱
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۴	۱۲	DOE2	۰/۷۶	۱/۸۶۹۲	۱/۲۹۶۴	۱/۲۳۴۵	۶۰	۸۲۰	۸۸۰
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۳	۱۱	DOE3	۰/۷۴۰۳	۱/۷۱۷۰	۱/۲۵۳۹	۱/۲۳۴۵	۵۱۰	۸۰۰	۱۳۱۰
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۲	۱۰	DOE4	۰/۷۱۰۳	۱/۶۴۵۴	۱/۲۳۹۲	۱/۲۳۴۵	۸۰۰	۷۷۰	۱۵۷۰
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۲	۱۲	DOE5	۰/۷۷۹۶	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۲۰	۸۴۰	۸۶۰

**مدل همکاری بر اساس قرارداد منعطف.** قرارداد منعطف به قراردادی گفته می‌شود که در آن خرده فروش به اندازه مقدار پیش‌بینی شده سفارش می‌دهد و تأمین کننده در حیطه قرارداد، توافق به بازگرداندن کل هزینه برای سفارش‌ها فروش نرفته به خرده فروش را به انجام می‌رساند [۱۵]. متغیر خاص قرارداد منعطف نیز قیمت بازپس‌گیری اقلام بوده و مطابق با این قرارداد برابر با قیمت فروش اولیه است. در ادامه روابط سود سطح خرده فروش و توزیع کننده به ترتیب ارائه می‌شوند.

$$B_r = \lambda * P_r + q_r * C_{md} - q_r * P_d - \frac{\lambda}{q_r} * C_{sr} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$- \left( \sum_{x=ROPr}^{\max} \lambda \left( (x - ROPr) * \left( 1 - \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_r - P_d)$$

$$+ \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_{bd})$$

$$B_d = q_r * P_d - q_r * C_{md} - q_r * C_{vd} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

$$- \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \left( (ROPr - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROPr} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_r - P_{bd})$$

به دلیل تشابه مقادیر عددی طرح آزمایش بر اساس قرارداد منعطف با بخش قبلی از تکرار مقادیر خودداری شده و فقط مدل نهایی برای حل و به دست آوردن پاسخ متغیرها توسط نرم افزار لینگو و پاسخ‌های نهایی به دست آمده برای هر یک از طرح‌های آزمایش در جدول ۶ ارائه می‌گردد.

$$\frac{(0.05 - P_d)}{10.4} * q_r - \frac{0.058}{q_r} + 1.99P_d \leq P_r \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

$$q_r^* = \sqrt{\frac{0.6}{P_d - 0.05}}$$

$$\frac{0.15q_r + 0.3P_r}{q_r + 0.3} \leq P_d$$

جدول ۶ نتایج طرح‌های آزمایش قرارداد منعطف

$C_{vd}$	$C_{md}$	$C_{sr}$	$ROPr$	$\lambda$	DOE	$q_r$	$P_r$	$P_d$	$P_{bd}$	$B_r$	$B_d$	$B$
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۴	۱۰	DOE1	۰/۷۱۱۷	۲/۲۹۴۲	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۸	۴۵۰	۴۵۸
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۴	۱۲	DOE2	۰/۷۷۹۶	۱/۷۸۶۸	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۱	۸۲۰	۸۲۱
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۳	۱۱	DOE3	۰/۷۴۶۴	۱/۷۰۲۰	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۲۴۰	۸۰۰	۱۰۴۰
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۲	۱۰	DOE4	۰/۷۱۱۷	۱/۶۵۱۱	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۰/۳	۷۷۰	۷۷۰/۳
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۲	۱۲	DOE5	۰/۷۷۹۶	۱/۵۳۶۹	۱/۲۳۴۵	۱/۲۳۴۵	۲	۸۴۰	۸۴۲

مدل همکاری بر اساس قرارداد کاهش. قرارداد کاهش به قراردادی اطلاق می‌شود که به موجب آن از توزیع‌کننده برای کالاهای با فروش زیاد به‌زای فروش مازاد توسط خرده‌فروش پاداش داده می‌شود [۱، ۲، ۲۱]. در جدول ۷، متغیر خاص قرارداد منعطف و در ادامه روابط سود سطح خرده‌فروش و توزیع‌کننده به ترتیب ارائه شده است.

جدول ۷. پارامترهای قرارداد کاهش

نوع	شرح	نماد
پارامتر	حد آستانه فروش توسط خرده‌فروش جهت دریافت تخفیف از توزیع‌کننده ( $ROP_r \leq t \leq \lambda$ )	$t$
پارامتر	هزینه نگهداری خرده‌فروش به‌ازای کالاهای فروخته‌نشده	$C_{hr}$
پارامتر	مقدار تخفیف توسط توزیع‌کننده برای خرده‌فروش به‌ازای فروش بیشتر از $t$ واحد کالا	$r_d$

$$B_r = \lambda * P_r + q_r * C_{md} - \left( \sum_{x=0}^t (t-x) * \left( \sum_{x=0}^t \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

$$* P_d - \left( \sum_{x=t}^{\lambda} (x-t) * \left( 1 - \sum_{x=0}^t \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \\ * (P_d - r_d) - \frac{\lambda}{q_r} * C_{sr} \\ - \left( \sum_{x=ROP_r}^{\max} \lambda \left( (x - ROP_r) * \left( 1 - \sum_{x=0}^{ROP_r} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (P_r - P_d) \\ - \left( \sum_{x=0}^{ROP_r} \left( (ROP_r - x) * \left( \sum_{x=0}^{ROP_r} \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) \right) * (C_{hr})$$

$$B_d = \left( \sum_{x=0}^t (t-x) * \left( \sum_{x=0}^t \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) * P_d \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

$$+ \left( \sum_{x=t}^{\lambda} (x-t) * \left( 1 - \sum_{x=0}^t \frac{e^{-\lambda} * \lambda^x}{x!} \right) \right) * (P_d - r_d) - q_r * \\ C_{md} - q_r * C_{vd}$$

در این مدل نیز عوامل تأثیرگذار همانند دو مدل دیگر است؛ ولی متغیرها نسبت به دو مدل دیگر تغییر کرده‌اند و آن اینکه متغیر قیمت بازپس‌گیری در این قرارداد حذف شده است؛ همچنین پارامترهای هزینه نگهداری خرده‌فروش به مقدار عددی ۰/۰۵، مقدار تخفیف از توزیع‌کننده به خرده‌فروش  $0.1P_d$ ، حد آستانه فروش موردنظر توزیع‌کننده ۴ واحد کالا در نظر گرفته شده و سپس مدل نهایی برای حل و به‌دست‌آوردن پاسخ متغیرها توسط نرم‌افزار لینگو و پاسخ‌های نهایی به‌دست‌آمده برای هر کدام از طرح‌های آزمایش در جدول ۸، ارائه می‌شود.

$$0.0048q_r + 0.17P_d - \frac{0.058}{q_r} - 0.0014 \leq P_r \quad \text{رابطه (۱۶)}$$

$$q_r^2 - (208P_r - 36P_d + 0.3)q_r \geq 12$$

$$0.008q_r \leq P_d$$

جدول ۸. نتایج طرح‌های آزمایش قرارداد کاهش

$C_{vd}$	$C_{md}$	$C_{sr}$	$C_{hr}$	$ROP_r$	$\lambda$	DOE	$q_r$	$P_r$	$P_d$	$B_r$	$B_d$	$B$
۰/۱	۰/۰۵	۱/۰۶	۰/۰۵	۴	۱۰	DOE1	۲۳۳ ۱/۶	۰/۱۸۸۸	۱/۳۶-۴	۴۵	۲۵۱۲۰	۲۵۱۶۵
۰/۱	۰/۰۵	۱/۰۶	۰/۰۵	۴	۱۲	DOE2	۶۱۴ ۰/۳	۰/۱۸۸۵	۱/۶-۷۲	۷	۵۱۷۲۰	۵۱۷۲۷
۰/۱	۰/۰۵	۱/۰۶	۰/۰۵	۳	۱۱	DOE3	۲۳۴ ۱/۲	۰/۲۷۹۲	۰/۶۸۴۳	۲۰	۱۶۹۰۰	۱۶۹۲۰
۰/۱	۰/۰۵	۱/۰۶	۰/۰۵	۲	۱۰	DOE4	۲۳۴ ۱/۲	۰/۲۷۹۲	۰/۴۴۷۷	۷۱	۸۱۶۰	۸۲۳۱
۰/۱	۰/۰۵	۱/۰۶	۰/۰۵	۲	۱۲	DOE5	۲۳۴ ۱/۲	۰/۲۷۹۲	۰/۵۶-۶	۲۳۰	۱۷۸۸۰	۱۸۱۱۰

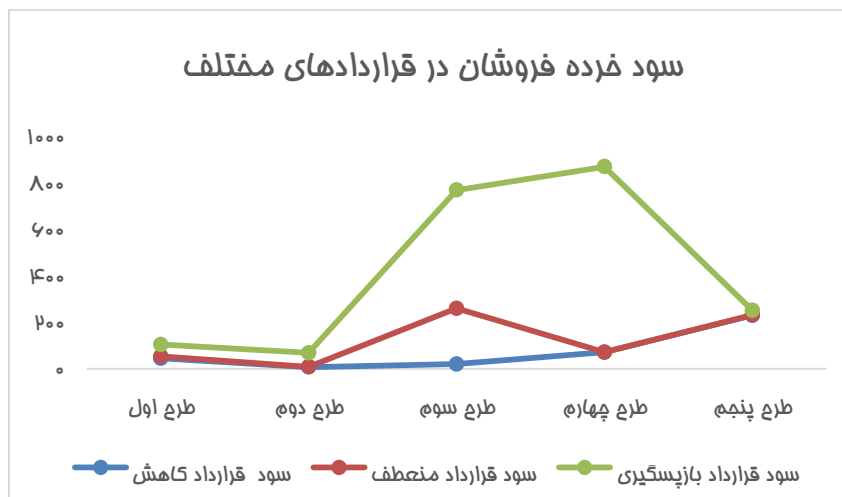
#### ۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در این بخش به مقایسه نتایج به دست آمده برای مدل‌ها در ارتباط با سود خرده‌فروشان و سود کلی زنجیره تأمین و تعیین مناسب‌ترین قرارداد برای همکاری و تحلیل آن پرداخته می‌شود.

جدول ۹. نتایج سود خرده‌فروشان زنجیره تأمین بر اساس قراردادهای همکاری

طرح آزمایش	سود خرده‌فروشان بر اساس قرارداد بازپسگیری	سود خرده‌فروشان بر اساس قرارداد منعطف	سود خرده‌فروشان بر اساس قرارداد کاهش
DOE1	۵۱	۸	۴۵
DOE2	۶۰	۱	۷
DOE3	۵۱۰	۲۴۰	۲۰
DOE4	۸۰۰	۰/۳	۷۱
DOE5	۲۰	۲	۲۳۰



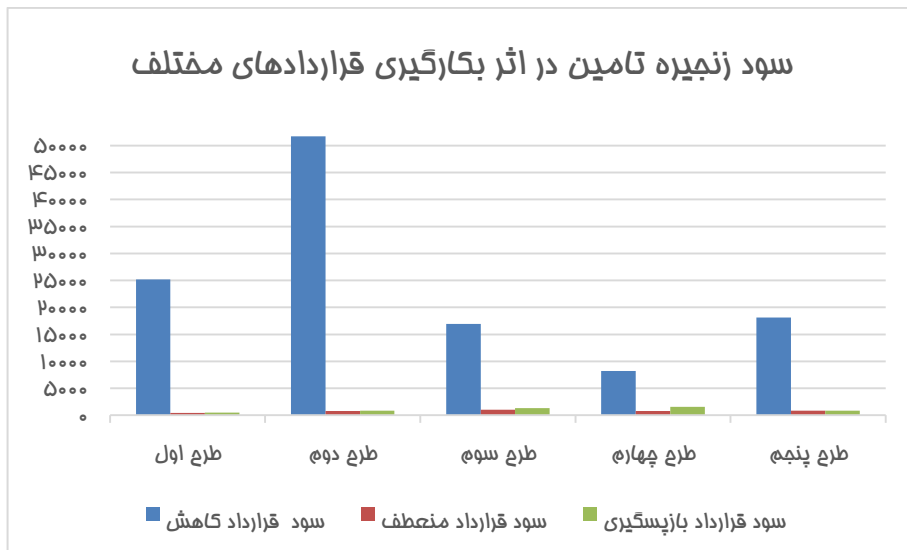


شکل ۳. نمودار مقایسه نتایج سود خرده‌فروشان در زنجیره تأمین بر اساس قراردادهای همکاری

با توجه به نمودار مقایسه نتایج سود خرده‌فروشان زنجیره تأمین که بر اساس قراردادهای همکاری بازپس‌گیری، منصف و کاهش به‌دست آمده‌اند، مشاهده می‌شود که قرارداد بازپس‌گیری دارای بیشترین مقدار سود برای خرده‌فروشان بوده و از این رو بسیار محتمل است که به‌عنوان قرارداد منتخب آنان در بازی با توزیع‌کنندگان در بین دو قرارداد در نظر گرفته شود. این مورد به این دلیل است که با در نظر گرفتن روابط سود خرده‌فروشان در هر قرارداد و مشخصاً در قرارداد بازپس‌گیری و متغیرهای موجود در آن، قیمت خرده‌فروش نسبت به قرارداد کاهش بسیار بیشتر و نسبت به قرارداد منصف، اندکی کمتر و نیز قیمت توزیع‌کننده در مقایسه با دو قرارداد دیگر بیشتر بوده است. این مورد، کم‌تر بودن قیمت خرده‌فروش را که ذکر شد، تحت پوشش قرار داده و اثر آن را تا حد زیادی کاهش می‌دهد که این امر سبب افزایش سود خرده‌فروشان در قرارداد نوع بازپس‌گیری در ارتباط با قراردادهای منصف و کاهش، با توجه به یکسان بودن قیمت بازپس‌گیری اقلام مازاد در دو قرارداد منصف و بازپس‌گیری شده است.

جدول ۱۰. نتایج سود کلی زنجیره تأمین بر اساس قراردادهای همکاری

طرح آزمایش	سود زنجیره بر اساس قرارداد بازپس‌گیری	سود زنجیره بر اساس قرارداد منصف	سود زنجیره بر اساس قرارداد کاهش
DOE1	۵۰۱	۴۵۸	۲۵۱۶۵
DOE2	۸۸۰	۸۲۱	۵۱۷۲۷
DOE3	۱۳۱۰	۱۰۴۰	۱۶۹۲۰
DOE4	۱۵۷۰	۷۷۰/۳	۸۲۳۱
DOE5	۸۶۰	۸۴۲	۱۸۱۱۰



شکل ۴. نمودار مقایسه نتایج کلی سود زنجیره تامین بر اساس قراردادهای همکاری

همان‌طور که در نمودار مقایسه نتایج کلی سود به‌دست آمده برای زنجیره تامین با استفاده از قراردادهای بازپس‌گیری، منعطف و کاهش مشاهده می‌شود، قرارداد کاهش دارای بیشترین سود در ارتباط با دو قرارداد دیگر است؛ از این‌رو این قرارداد مناسب‌ترین شیوه برقراری همکاری بین دو سطح موردنظر در این زنجیره تامین، یعنی توزیع‌کننده و خرده‌فروش است که به بیشترین سودآوری کلی زنجیره تامین نیز منجر می‌شود و این امر به این دلیل است که شرایط موجود در قرارداد کاهش نسبت به قرارداد بازپس‌گیری و منعطف، برای طرفین قرارداد امکان اتخاذ تصمیم در ایجاد تغییرات در قیمت‌های فروش را سهل‌تر می‌کند. در این زمینه می‌توان به این نکته اشاره کرد که مشخصاً با کاهش قیمت‌ها از طریق تخفیفی که به‌عنوان پاداش در قرارداد کاهش در نظر گرفته شده است و افزایش سفارش می‌تواند به افزایش تقاضا از سوی مشتری نهایی و همچنین تلاش برای فروش بیشتر منتج شود که خود سود بیشتری را برای زنجیره تامین فراهم می‌آورد و سبب مناسب‌تر شدن قرارداد کاهش در مقایسه با دو قرارداد بازپس‌گیری و منعطف می‌شود.

##### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اهمیت همکاری در زنجیره تامین تا بدان حد است که وجود همکاری هدفمند در بازار پررقابت کنونی می‌تواند متضمن موفقیت زنجیره در این رقابت و سودآوری آن شود که هدف نهایی هر زنجیره تامین است. همین نکته پژوهشگران را بر آن داشت که به بررسی شیوه‌های

همکاری در زنجیره‌های تأمین از طریق قراردادهای همکاری پپردازند و پژوهش حاضر با هدف نهایی، یافتن مناسب‌ترین قرارداد همکاری در بین قراردادهای شناخته‌شده صورت گرفت که در این خصوص سه قرارداد همکاری بازپس‌گیری، منعطف و کاهش انتخاب و بررسی شدند. همان‌طور که در بخش قبل نیز اشاره شد، با مدنظر قراردادن این موضوع که هدف نهایی در یک زنجیره تأمین، افزایش سود کل زنجیره است، قرارداد کاهش دارای نقش اساسی و بهترین نتیجه‌عایدی برای کل زنجیره تأمین از طریق ایجاد مناسب‌ترین شیوه همکاری بین سطوح توزیع‌کننده و خرده‌فروش بوده و در نهایت این قرارداد با توجه به آنکه هدف نهایی این پژوهش نیز تعیین بهترین قرارداد همکاری از بین قراردادهای اشاره‌شده در موضوع برای برقراری همکاری بین سطوح یک زنجیره تأمین است، به‌عنوان مناسب‌ترین قرارداد برای ایجاد همکاری انتخاب شد.

در همین زمینه پیشنهاد می‌شود تا با رفع محدودیت‌های موجود در این پژوهش که در پیش‌فرض‌ها نیز اشاره شد، امکان بررسی بیشتر در حوزه همکاری‌ها در زنجیره تأمین فراهم آید. در ادامه پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه شده است:

- زنجیره تأمین فرضی طراحی شده در پژوهش حاضر دارای دو سطح همکاری است که در نظر گرفتن سطوح همکاری بالاتر برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

- قراردادهای همکاری بررسی شده، سه قرارداد بازپس‌گیری، منعطف و کاهش است که استفاده از قراردادهای دیگر، مانند قرارداد فروش انبوه، مشارکت در سود، مشارکت در درآمد و غیره پیشنهاد می‌شود.

- زنجیره تأمین دوسطحی مطرح شده در این پژوهش شامل یک توزیع‌کننده و یک خرده‌فروش است که انواع دیگر سطوح همکاری، تولیدکننده - توزیع‌کننده، تولیدکننده - خرده‌فروش، تأمین‌کننده-تولیدکننده و غیره پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی هستند.

- تعداد بازیکنان در زنجیره تأمین طراحی شده شامل دو بازیکن بود که به‌موجب آن، زنجیره دارای عمق محدود شد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که برای پژوهش‌های آتی، عمق نامحدود بررسی شود.

- شیوه بررسی نحوه همکاری بین سطوح زنجیره تأمین طراحی شده، نظریه بازی‌ها با در نظر گرفتن بازی همکارانه ایستا با اطلاعات کامل بود که در این خصوص استفاده از دیگر روش‌های مطرح در نظریه بازی‌ها مثل بازی همکارانه پویا با اطلاعات کامل، بازی همکارانه ایستا یا پویا با اطلاعات ناقص، بازی استکلبرگ و غیره برای استفاده در پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

منابع

1. Amoozad Mahdiraji, H. & Jaafarnejad, A. & Moddares Yazdi, M. & Mohaghar, A. (2014). Cooperation Modeling for Unlimited Three Echelon Supply Chain: Game Theory Approach. *Management Researches in Iran*, 18(1), 172-192. (In Persian).
2. Amoozad Mahdiraji, H., Jaafarnejad, A., Mohaghar, A., Modarres Yazdi, M., (2013) Deciding Between Independence and Coalition, in an Three Echelon Supply Chain. *Industrial Management Perspective*, 3(1), 9-34 (In Persian).
3. Amoozad Mahdiraji, H. & Kazimieras Zavadskas, E. & Razavi Hajiagha, S. H. (2015). Game theoretic approach for coordinating unlimited multi echelon supply chains, *Transformations in Business & Economics*, 14(2), 133-151.
4. Arshinder, K. & Arun, D. S. G. (2008). A framework for evaluation of coordination by contracts: A case of two-level supply chains, *Computers & Industrial Engineering*, 56, 1177-1191.
5. Barati, M. (2013). *A model for managing supply chain relations in small and medium enterprises In order to increase competitiveness*, A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Ph.D. in Industrial Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran. (In Persian).
6. Cachon. G. P. (2003). Supply chain coordination with contracts, *Hand book in operation research and management science: supply chain management*, 11, 229-339.
7. Cai, W. & Abdel-Malek, L. & Hoseini, B. & Rajaei Dehkordi, S. (2015). Impact of flexible contracts on the performance of both retailer and supplier. *Int. J. Production Economics*, 170, 429-444.
8. Chen, J. & Dada, M. & Hu (Joice), Q. (2016). Flexible procurement contracts for competing retailers. *European Journal of Operational Research*, 000, 1-13
9. Fakoor Saghieh, A. (2013). *A Model for Resilience of Supply Chain for Competitiveness in Iranian Automotive Companies*, A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Ph.D. in Industrial Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran. (In Persian)
10. Fredendall, L. D. & Hill, E. (2000). Translated by: Pooya, A. Felfelani, A. *Basics of Supply Chain Management*. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad Pub. (In Persian)
11. Heydari, J. & Asl-Najafi, J. (2016). Coordinating inventory decisions in a two-echelon supply chain through the target sales rebate contract. *Int. J. Inventory Research*, 3(1), 49-69.
12. Hu, B., Feng, Y., (2017), Optimization and coordination of supply chain with revenue sharing contracts and service requirement under supply and demand uncertainty, *IJPE*, 183, A, 158-183.
13. Jaafarnejad, A. & Amoozad Mahdiraji, H. (2016). *Supply Chain: Design & Control*. Tehran: Mehrban Nashr Pub. (In Persian).
14. Jilan Buroujeni, A., Amoozad Mahdiraji, H., (2015), Modeling Inventory Policies in Multi Echelon Supply Chain by Beysian Networks, *Industrial Management Perspective*, 4, 3, 61-84.
15. Jianhu, C., Xiaoking, H., Pandu, R.T., Shang, J., (2017), Flexible contract design for VMI supply chain with service-sensitive demand: Revenue-sharing and supplier subsidy, *EJOR*, 261, 1, 143-153.
16. Mohammadzadeh, N. (2014). *Coordination between members of a multi-source supply chain in disruptive situations*, A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of

the Requirement for the Degree of Master of Science in Industrial Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian).

17. Naimi Sedigh, A. (2015). *Coordination of pricing, production and marketing decisions in the competitive supply chain: game theory approach*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Ph.D. in Industrial Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian).

18. Pfeiffer, T. (2016). A comparison of simple two-part supply chain contracts, *Int. J. Production Economics*, 180, 114-124.

19. Sainathan, A., Groenevelt, H., (2019), Vendor managed inventory contracts – coordinating the supply chain while looking from the vendor’s perspective, *EJOR*, 272, 1, 249-260.

20. Sluis, S. & De Giovanni, P. (2015). The selection of contracts in supply chains: An empirical analysis. *Journal of Operations Management*, 41, 1-11.

21. Taleizadeh, A., Mohammadi, R., (2015), Optimizing the Selling Price and Advertising Cost in a Two Layers Supply Chain Including a Manufacturer and Two Retailers. *Industrial Management Perspective*, 5(2), 107-127.

22. Xin, F., Yuan, F., (2018), The Coordination and Preference of Supply Chain Contracts Based on Time-Sensitivity Promotional Mechanism, *Journal of Management Science and Engineering*, 3,3, 158-178.

23. Yang, H. & Zhuo, W. & Zha, Y. & Wan, H. (2016). Two-period supply chain with flexible trade credit contract. *Expert Systems with Applications*, 66, 95-105.



# **A Comparison of the Buyback, Rebate and Quantity Flexible Contracts in Multi Echelons Supply Chains with Probabilistic Demand and Game Theory Approach**

**Hamid Reza Shateri<sup>\*</sup>, Hannan Amoozad Mahdiraji<sup>\*\*</sup>, Nima Garousi Mokhtarzadeh<sup>\*\*\*</sup>**

## **Abstract**

Companies employ several forms of cooperation to reach success in the global competitive market. Coordination models seek to find the practical solution to encourage supply chain members to make decisions to improve overall profit. Note that, cooperation contracts are useful tools to make supply chain members behave coherently and coordinately with each other in order to gain SC's profit as final purpose. This paper aims to determine the most appropriate contract that can make cooperation between SC levels. In this case supply chains and cooperation contracts were reviewed and as a result of this study. Afterwards, a two echelons SC and mentioned contracts in the title chose are investigated. By considering the game theory approach, static games by complete information and Nash equilibrium as a solving method and probabilistic demand of consumers, initial profit function models of SC echelons were designed and subsequently, the secondary models redesigned with the consideration of the specific circumstances of each contract. Then, some experiments were designed by MINITAB software and solved by EXCEL and LINGO software. Eventually, by analyzing outputs, rebate contract is determined as the most appropriate way of establishing cooperation among the SC levels.

**Keywords: Two Echelons Supply Chain; Buyback Contract; Rebate Contract; Quantity Flexibility Contract; Game Theory.**

---

Received: Dec. 05, 2018, Accepted: August 25, 2019.

\* M.A., Mehr-e-Alborz Higher Education Institute, Tehran.

\*\* Assistant Professor, University of Tehran (Corresponding Author).

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

\*\*\* Assistant Professor, University of Tehran.