نشریه علمی – پژوهشی بهبود مدیریت
سال دهم، شماره ۴، پیاپی ۳۴، زمستان ۱۳۹۵
صفحات ۲۴ - ۱

راهبرد بهینه بازی‌های همکارانه در شبکه‌های غیر متمرکز
(مطالعه موردی در صنایع کوچک و متوسط)

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۵)

هادی حیدری‌قره بلاغ[۱]، اشکان حافظ الکتب[۲*]، احمد ماکویی[۳]، صدیق رئیسی[۴]، سید مصطفی حدادی[۵]

چکیده

با توجه به پیشرفت سریع فن‌آوری و ظهور محیط‌های شدیداً رقابتی، مهم‌ترین هدف شبکه‌های توزیع غیرمتمرکز که توسط تامین‌کنندگان مختلف اداره می‌شود، بیشینه نمودن سود خود و شبکه است. یکی از ابزارهای کلیدی برای ارتقای کارایی در فضای رقابتی، بهره‌گیری از تئوری بازی و بازی همکارانه در شبکه‌های توزیع و حمل و نقل است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی نقش صنایع کوچک و متوسط در توسعه فعالیت‌های اقتصادی کشور و دست‌یابی به مدلی همکارانه، به‌منظور ساماندهی اثربخش در شبکه‌های غیرمتمرکز است. این امر، این صنایع را وادار می‌کند که متغیرهای اصلی مانند حجم، هزینه و زمان ارسال را به‌عنوان یک عنصر مهم در فضای رقابتی در نظر گرفته و سطح خدمت به مشتریان را افزایش داده و محصولات را مطابق با خواسته آنان تهیه نمایند. از سوی دیگر، در دنیای واقعی به علت عدم اطمینان موجود بر اثر مسائل سیاسی مانند تحریم، وقوع جنگ‌ها، مسائل اقتصادی، اجتماعی، وقایع طبیعی و ...، مقدار جریان، هزینه و زمان ارسالی بین تامین‌کنندگان، دست‌خوش تغییرات می‌گردد. بنابراین، برای فائق آمدن بر مسائل غیر قابل پیش‌بینی، برای تامین‌کنندگان اهمیت دارد چگونه و با چه ترکیبی فعالیت نمایند تا بتوانند عایدی بیشتری را نصیب خود و شبکه نمایند. در این پژوهش، مسئله‌ای ریاضی با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف در حالت غیرقطعی در این صنایع، ارائه می‌گردد. در ادامه، برای تشریح مدل و اثبات کاربردی بودن، سه مثال عددی در این صنایع مطرح و کارایی رویکرد همکارانه و غیرهمکارانه با هم مقایسه می‌گردند. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که، بازی‌های همکارانه باعث افزایش میزان عایدی و سود بازیگران شده و میزان تابع مطلوبیت و هم‌افزایی در بازی همکارانه افزایش چشم‌گیری می‌یابد.

کلید واژه‌ها:
تئوری بازی؛ رویکرد همکارانه؛ شبکه تامین؛ صنایع کوچک و متوسط ؛ کارایی.

۱- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب St_h_heidari@azad.ac.ir
۲*- استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب (نویسنده مسئول): A_hafez@azad.ac.ir
۳- دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران amakui@iust.ac.ir
۴- دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب Raissi@azad.ac.ir
۵- دکترای مدیریت تولید و عملیات دانشگاه تهران- استادیار دانشگاه پیام نور smhaddady@ut.ac.ir

۱- مقدمه

افزایش رقابت‌های جهانی در چند دهه اخیر باعث ایجاد تغییرات محتوایی و ساختاری فراوانی گردیده که به موجب آن تولید محوری، جای خود را به مشتری محوری داده است. تولیدکنندگان صنعتی، با هدف استفاده بهینه از امکانات و جلوگیری از هدر رفتن منابع با ارزش، به تمهیداتی متوسل شده‌اند که نتیجه آن تغییر ساختار صنعتی است[۱۱].

پیشرفت روزافزون فن‌آوری در صنایع پتروشیمی، خودروسازی، شبکه‌های توزیع آب، برق و نیروگاه‌ها، هوایی، نظامی و شبکه‌های حمل و نقل، توام با فضای رقابتی پیچیده و سنگین دنبال می‌شود. همچنین، سازمان‌ها و شرکت‌های تجاری با محیط‌های رقابتی‌تر و پیچیده‌تری نسبت به قبل مواجه هستند[۷]. این امر سازمان‌ها را وادار می‌کند که متغیرهای اصلی مانند زمان و هزینه را به‌عنوان یک عنصر مهم در دنیای رقابتی امروز در نظر بگیرند و سطح خدمت به مشتریان را افزایش دهند و محصولات را مطابق با خواسته مشتریان تهیه نمایند[۱۸].

همچنین در سال های اخیر توجه فزاینده‌ای به کوچک‌سازی شده و روند توسعه صنایع کوچک و متوسط به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. هر چند صنایع بزرگ به دلیل داشتن مزیت‌های ناشی از اثر مقیاس انبوه، اثر دامنه تولید، اثر تجربه و اثر سازماندهی، هنوز هم مورد توجه سیاست‌گذاران اقتصادی هستند؛ اما مزیت‌های صنایع کوچک و متوسط، به‌علت وجود اثر حمل ونقل، اثر اندازه بازار، اثر تنظیم، مؤثر بودن انتخاب و اثر کنترل، این صنایع را در تولید اغلب کالاها به انتخاب اول مبدل ساخته است. صنایع کوچک و متوسط از طریق چهار کانالِ کارآفرینی، نوآوری و تغییر فن‌آوری، پویایی صنعت و در نهایت ایجاد فرصت‌های شغلی و افزایش درآمد بر اقتصاد جهانی تاثیرگذارند. به‌علاوه شدت یافتن رقابت جهانی، افزایش بی‌اطمینانی و تقاضای فزاینده برای محصولات متنوع باعث شده است که اقبال به این صنایع بیشتر شود. از آن‌جایی‌که تعریف استاندارد و واحدی برای صنایع کوچک و متوسط وجود ندارد و در کشورهای متفاوت تعاریف مختلفی ارایه شده است، به‌نظر می رسد که برای این امر لازم است عوامل مهم در تعیین سطح بنگاه‌ها به‌صورت جمعی در نظر گرفته شوند. در حال حاضر، به لحاظ نظری، برای تعیین اندازه بنگاه‌ها، شاخص‌های مختلفی از قبیل میزان فروش، حجم عملیات تولیدی یا خدماتی، سرمایه تراکنش‌های پولی و بانکی، ارزش ماشین آلات، وسعت فیزیکی و جغرافیایی، میزان ارباب رجوع و تعداد کارمندان ارایه شده است. مهم‌ترین کارکرد این صنایع عبارت است از: اشتغال‌زایی، توزیع ثروت در جامعه، توسعه مناطق حاشیه‌ای و تامین تولیدات مورد نیاز کشورها[۲].

صنایع کوچک و متوسط در بیشتر کشورهای جهان با مشکلات نسبتاً مشابهی مواجه هستند، اما آن‌چه در این میان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چگونگی برخورد و اقداماتی است که برای حل این مشکلات صورت می‌گیرد. در ذیل به برخی از مشکلات مرتبط با صنایع کوچک و متوسط اشاره می‌شود[۱۰]:

۱- تامین مالی برای بنگاه‌های کوچک و متوسط در مقایسه با شرکت‌های بزرگ مشکل‌تر است.

۲- تامین منابع انسانی و نیروی کار کارآمد برای بنگاه‌های کوچک و متـوسط در مقایسه با شرکت-های بزرگ مشکل‌تر است.
۳- قدرت تاثیرگذاری شرکت‌های کوچک و متوسط بر مسائل محیطی و منطقه‌ای قابل مقایسه با شرکت‌های بزرگ نیست.
۴- غالباً بانک‌های تجاری و تخصصی به بنگاه‌های کوچک در تخصیص وام همکاری لازم را نمی‌کنند.
۵- برخورداری شرکت‌های بخش دولتی در استفـاده از یارانه‌ها که زمینه رقابـت نابرابر را ایجاد می‌کند.

از سوی دیگر، توجه به کیفیت و پیشرفت چشم‌گیر فن‌آوری در صنایعی مانند صنعت برق و نیروگاه‌ها، صنایع هوایی، صنایع پتروشیمی، صنایع نظامی، صنایع خودروسازی، شبکه‌های حمل و نقل و ... که غالباً صنایع کوچک و متوسط هستند، در یک فضای رقابتی سنگین دنبال می‌شود.

در سیستم‌هایی که توسط چند مالک یا چند بازیگر که در مقام تصمیم‌گیرنده هستند، کنترل می‌شوند، حداکثرسازی عایدی بازیگران شبکه با توجه به بازی همکارانه مورد نظر است. رویکرد همکارانه، یک ابزار بسیار مناسب برای تخصیص و هزینه‌یابی است. نیاز طبیعی برای چنین تخصیصی این است که آنها پایدار هستند. پایدار، بدان معنی است که هزینه هر شرکت زمانی که با هم همکاری می‌نمایند کم‌تر از زمانی است که همکاری نمی‌کنند. شرکت‌ها زمانی‌که همکاری می‌کنند هیچ انگیزه‌ای برای مخالفت با تخصیص هزینه ندارند. این احتیاجات به‌وسیله‌ی یک مفهوم پایدار رویکرد همکارانه، ارایه می‌شود. سپس شرکت‌ها باید برای تخصیص هزینه، یکی از راه‌های فردی یا بازی همکارانه را انتخاب کنند[۲۰].

چارچوب اصلی مساله مورد بررسی در این پژوهش، بدین گونه است که تامین‌کنندگان فعال در صنایع کوچک و متوسط، در ارتباط با یکدیگر، در یک شبکه تامین غیرمتمرکز، به‌دنبال کسب سود هستند و هر کدام از تامین‌کنندگان قسمتی از شبکه تامین را تحت کنترل دارند. از یک سو، یکی از ابزارهای اساسی و کلیدی برای شرکت‌های تامین چند مالکی، به‌منظور ارتقای کارایی، استفاده از رویکرد همکارانه در شبکه است. اما از سویی دیگر، در دنیای واقعی به‌علت وجود عدم اطمینان محیطی ناشی از تحولات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و ...، میزان هزینه‌ها، زمان ارسالی و ...، بین تامین کنندگان، دستخوش تغییرات می‌گردد. در نتیجه، برای ایشان، بسیار مهم است که برای فائق آمدن بر مسائل غیر قابل پیش‌بینی، بدانند که چگونه و با چه ترکیبی فعالیت نمایند تا بتوانند عایدی بیشتری را نصیب خود و شبکه کنند. ذکر این نکته ضروری است که اگر صنایع کوچک و متوسط بتوانند در شبکه‌های غیر متمرکز و در حالت عدم قطعیت با یکدیگر همکاری اثربخش نمایند، این همکاری و هم‌افزایی جایگزین خوبی برای صنایع بزرگ خواهد بود. بنابراین، اهداف تحقیق به‌صورت زیر است:

۱- ارایه مدل ریاضی در حالت غیر قطعی برای صنایع کوچک و متوسط در شبکه‌های غیر متمرکز.

۲- تحلیل کارایی و هم‌افزایی ترکیب استراتژی رویکرد همکارانه با توجه به پارامترهای نامشخص میزان جریان، زمان و هزینه ارسالی.

پژوهش حاضر، از نظر عملیاتی جزو پژوهش بنیادی قرار می گیرد و در آن تبیین الگوهای تصمیم گیری در شرایط تعارضی مورد توجه است که دنبال کردن و تبیین آن می تواند به توسعه مبانی نظری بیانجامد. اساس مقاله حاضر تحقیق نظری و بنیادی است.

همچنین نتایج تحقیق به توسعه دانش کاربردی در زمینه نظریه بازی ها نیز کمک خواهد کرد.

۲- پشینه پژوهش

۲-۱- مبانی نظری

۲-۱-۱- صنایع کوچک و متوسط

در دو دهه اخیر، تغییرات محتوایی و کیفی بسیار زیادی در بازارهای جهانی رخ داده است؛ حرکت به سوی منطقه‌ای‌شدن و جهانی‌شدن بازارها سرعت گرفته است؛ به موازات آن، دوره تولید محوری به انتهای حیات خود رسیده و دوره مشتری محوری در حال شکل‌گیری است. تولیدکنندگان صنعتی، با هدف استفاده بهینه از امکانات و جلوگیری از هدر رفتن منابع با ارزش، تمهیداتی اندیشیده‌اند که نتیجه آن تغییر در ساختار صنعتی خواهد بود. یکی از مشخصات بارز و اصلی این تغییر ساختار، رشد و ترویج بیش از پیش صنایع کوچک و متوسط است. صنایع کوچک و متوسط، در کشورهای مختلف جهان دارای شباهت‌های بسیاری هستند، اما با وجود این، نمی‌توان تعریف واحد و یکسانی از آنها به‌دست آورد؛ هر کشور با توجه به شرایط خاص خود تعریفی از این کسب و کارها ارایه کرده است. بیشتر این تعریف‌ها بر اساس معیارهای کمی مانند تعداد کارکنان و میزان گردش مالی مطرح شده‌اند. برای روشن‌تر شدن موضوع، تعاریف متفاوت چند کشور را بررسی نموده‌ایم:

۲-۱-۱-۱- تعریف صنایع کوچک و متوسط در ایران

بر اساس تعریف وزارت صنایع و معادن و وزارت جهاد کشاورزی، صنایع کوچک و متوسط، واحدهای صنعتی و خدماتی (شهری و روستایی) هستند که کم‌تر از ۵۰ نفر کارگر دارند. مرکز آمار ایران کسب و کارها را به چهار گروه طبقه‌بندی کرده است؛ کسب و کارهای دارای ۱-۹ کارگر، ۱۰-۴۹ کارگر، ۵۰-۹۹ کارگر و بیش از ۱۰۰ کارگر (آمار سال ۱۳۷۸). هر چند این طبقه‌بندی ظاهراً شباهتی با تعاریف اتحادیه اروپا دارد ولی مرکز آمار ایران فقط کسب و کارهای کم‌تر از ۱۰ نفر نیروی کار را صنایع کوچک و متوسط محسوب می‌کند و سایر کسب و کارها را "کارخانجات صنعتی بزرگ" قلمداد می‌کند. بانک مرکزی ایران نیز کسب و کارهای زیر ۱۰۰ نفر نیروی کار را به عنوان صنایع کوچک و متوسط تلقی می‌کند.

۲-۱-۱-۲- تعریف صنایع کوچک و متوسط در اتحادیه اروپا

صنایع کوچک و متوسط در اتحادیه اروپا این‌گونه دسته‌بندی می‌شوند:

- صنایع خرد: ۱-۹ نفر نیروی کار
- صنایع کوچک: ۱۰-۴۹ نفر نیروی کار
- صنایع متوسط: ۵۰-۲۴۹ نفر نیروی کار

افزون بر این، گردش مالی سالانه آنها بایستی کم‌تر از ۴۰ میلیون یورو و تعادل ترازنامه کمتر از ۲۷ میلیون یورو باشد. از نظر اقتصادی نیز باید مستقل بوده و بیش از ۵۰ درصد آن متعلق به بخش خصوصی باشد.

۲-۱-۱-۳- تعریف صنایع کوچک و متوسط در آمریکا

در آمریکا کسب وکارهایی را که کمتر از ۵۰۰ نفر پرسنل داشته باشند شرکت کوچک نامیده می‌شود.

۲-۱-۱-٤- تعریف صنایع کوچک و متوسط در آلمان

در آلمان کسب و کارهای کمتر از ۱۰ نفر پرسنل را کوچک؛ و از ۱۰ تا ۴۹۹ نفر را کسب وکارهای متوسط محسوب می‌کنند. از نظر گردش مالی، صنوف دارای تا ۲۵ میلیون یورو گردش مالی در سال را صنوف متوسط و صنوف دارای گردش مالی در حدود ۲۵۰ هزار یورو را صنوف کوچک به حساب می‌آورند.

اما با توجه به تعاریف گوناگون، گذشته از تعداد نیروی کار هر واحد، معمولا کسب و کارهای کوچک و متوسط از سه ویژگی کیفی برخوردارند که این ویژگی‌ها به آنها ماهیتی متفاوت از صنایع بزرگ داده است. این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

- وحدت مالکیت و مدیریت
- مالکیت فردی و خانوادگی
- استقلال از سایر کسب و کارها

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲-۱-۲- شبکه

شبکه و نظریه شبکه از دیدگاه‌های مختلفی بررسی شده است و محققان زیادی در این رابطه تحقیق کرده اند. شبکه، یکی از کاربردی‌ترین مدل‌ها در برنامه‌ریزی ریاضی و تحقیق در عملیات است که از جمله می‌توان به کاربرد شبکه در برنامه‌ریزی و کنترل‌موجودی‌ها، برنامه‌ریزی تولید، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، مکان‌یابی تسهیلات و بسیاری موارد دیگر از این قبیل، اشاره کرد. همچنین می‌توان کاربردهای واقعی شبکه و گراف را در برنامه‌ریزی خطوط هوایی، خطوط ریلی، جاده‌ها، خطوط لوله و ...، به کار بست و مدل‌سازی نمود.

دلایل متعددی برای کاربرد شبکه‌ها وجود دارد. نخست این‌که بسیاری از مسایل که با برنامه‌ریزی خطی یا برنامه‌ریزی عدد صحیح فرموله و مدل‌سازی می‌شوند، با به‌کارگیری شبکه‌ها می‌توان آنها را بهتر درک و مشاهده کرد. دوم این‌که، با استفاده از مفاهیم شبکه می‌توان برخی از مدل‌های پیچیده برنامه‌ریزی خطی یا حتی برنامه‌ریزی عدد صحیح را آسان‌تر فرموله کرد. سوم این‌که نمایش تصویری شبکه کمک می‌کند تا تصمیم‌گیرنده شناخت بهتری از مساله پیدا کند. با استفاده از مفاهیم و روش‌های شبکه می‌توان به‌راحتی مدل‌هایی با هزاران محدودیت و میلیون‌ها متغیر را حل کرد. علاوه بر آن، برخی از روش‌های خاص حل شبکه در مقایسه با سایر روش‌های متداول برنامه‌ریزی ریاضی می‌توانند سریع‌تر مساله را حل کنند.

۲-۱-۳- تئوری بازی‌ها

تئوری بازی‌ها یک رویکرد میان رشته ای می باشد که به بررسی رفتار بین دو یا چند بازیگر و یا یک گروه با استفاده از ویژگی های خاص خود می پردازد. ایده تئوری بازی‌ها پیدا کردن استراتژی های مطلوب، افزایش بهر وری و یا کاهش هزینه، برای بازیگران می باشد. برای انتخاب استراتژی بهینه، بعضی از مفروضات به شرح زیر ارایه می گردد:

۱- هر بازیگر قادر است دو یا چند اقدام و یا مجموعه ای از اقدامات را انجام دهد.
۲- هر اقدامی از بازیگران به حالت نهایی مطلوب می‌تواند منجر شود.
۳- تصمیم‌گیری هر بازیگر بر اساس قواعد بازی و دیگر بازیگران تعیین می‌شود.
۴- با توجه به دو فرض عقلانیت و حداکثر نمودن عایدی، بازیگران برای به حداکثر رساندن بازده و بهره‌وری خود فعالیت می‌نمایند.

موارد اصلی استفاده از نظریه بازی‌ها در زمینه‌هایی است که محیط شرایط تقابلی دارد و استراتژی‌های یک فرد بر روی اعمال طرف‌های دیگر که تضاد منافع دارند تاثیر گذار است.

۲-۲- پیشینه تجربی تحقیق

یکی از کاربردهای رویکرد همکارانه در شبکه در دنیای واقعی را می‌توان به توزیع خطوط لوله نفت بین کشورها نام برد. در دنیای واقعی شبکه ها اغلب توسط چندین مالک(کشور، شرکت) کنترل می شوند. به عنوان مثال، خطوط لوله گاز طبیعی که یک سیستم بین‌المللی شبکه یکپارچه را در کشورهای اروپایی تشکیل داده است و هر کشور کنترل قسمت‌های خاص این شبکه توزیع را در دست دارد را در حکم بازی همکارانه در شبکه است[۴ و ۱۲ و ۱۹].

شبکه و تئوری شبکه از دیدگاه‌های مختلفی توسط محققان، مورد بررسی قرار است. شبکه، یکی از کاربردی ترین مدل‌ها در برنامه‌ریزی ریاضی و تحقیق در عملیات است که از جمله می‌توان به کاربرد

شبکه در برنامه‌ریزی و کنترل موجودی‌ها، برنامه‌ریزی تولید، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، مکان‌یابی تسهیلات و بسیاری دیگر از این قبیل اشاره کرد. همچنین می‌توان کاربردهای واقعی شبکه و گراف را در برنامه‌ریزی خطوط هوایی، خطوط ریلی، جاده ها، خطوط لوله و ... به‌کار بست و مدل‌سازی نمود[۱].
یکی از مباحث مهم در شبکه‌ها، موضوع حداکثر جریان در شبکه است. هدف در مساله حداکثر جریان در شبکه، حداکثر مقدار حمل و نقل جریان از گره اولیه به گره ترمینال با توجه به ظرفیت های کمان است. حافظ الکتب و ماکوئی[۵]، مساله حداکثر جریان را در حالت عدم قطعیت و با استفاده از بازی‌های همکارانه، در سه حالت بدبینانه، خوشبینانه و واقعی بررسی کرده‌اند. نکته اساسی در این تحقیق این است که فقط ظرفیت جریان بین گره‌ها به‌صورت غیرقطعی، در نظر گرفته شده است. بل [۱۳] ، یک مدل حمل و نقل از مبداء تا مقصد را با پنج مسیر فرضی و چهار سناریو با استفاده از بازی‌های همکارانه مجموع صفر و با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی خطی با رویکرد کمینه نمودن هزینه، بهینه نموده است.

ژتو، بازی همکارانه را برای اندازه‌گیری قابلیت اطمینان با وجود تناقضات در شبکه‌های حمل و نقل، به‌منظور حداقل نمودن هزینه مسیرها و از سوی دیگر، برای به حداکثر رساندن مجموع انتظارات توسط بازیگران را مطرح نمود. برای بهینه کردن از روش‌های استاکلبرگ و تعادل نش، استفاده شده است و تاکید شده است که بازی غیرهمکارانه می تواند منجر به حالت بدتر و غیر بهینه گردد[۲۲].
در جدول ۱، مقالات مرور داده شده با توجه به موضوع تحقیق آورده شده است.

جدول ۱- مقالات مرور داده شده با توجه به موضوع تحقیق

ردیف	نام نویسنده	عنوان مقاله	تئوری بازی	بازی همکارانه	شاخص عدم قطعیت			شبکه	حداکثر سازی جریان
					هزینه	جریان	زمان		
۱	Ashkan Hafezalkotob Ahmad Makui	Cooperative maximum-flow problem under uncertaintry in logistic networks	✓	✓				✓	✓
۲	Michael G H Bell	Measuring Network Reliability: A Game Theoretic Approach	✓	✓			✓	✓	
۳	J.M. Mulvey, R.J. Vanderbei, S.A. Zenios	Robust optimization of large-scale systems				✓		✓	
۴	Yeh, Wei-Chang, Changseok Bae, and Chia-Ling Huang[۲۳]	A new cut-based algorithm for the multi-state flow network reliability problem						✓	

	✓				✓	✓	Cooperative game approaches to measuring network reliability considering paradoxes	Szeto, W. Y	۵
					✓	✓	Internet impacts on supply chain management	Lancioni Richard, Hope Jensen Schau, & Michaeal F. Smith	۶
					✓	✓	Adopting new technologies for supply chain management	Patterson Krik A, Grimm Curtis M, & Corsi Thomas M	۷
✓	✓						On the history of the transportation and maximum flow problems	A.Schrijver	۸
	✓					✓	Logistics networks: A game theory application for solving the transshipment problem	P.M. Reyes	۹
	✓					✓	Generalized network problem yielding totally balanced games	E. Kalai, E. Zemel	۱۰
	✓	✓					Cost allocation in collaborative forest transportation	M. Frisk, M. Göthe-Lundgren, K. Jörnsten, M. Rönnqvist	۱۱
	✓						Flow Networks: Analysis and optimization of repairable flow networks, networks with disturbed flows, static flow networks and reliability networks.	Todinov, Michael T[۲۱]	۱۲
		✓			✓	✓	Cooperative game theory approach toallocating benefits of horizontal cooperation	Lozano, Sebastián, et al.[۹]	۱۳
		✓			✓		Cost allocation between activities that have caused delays in a project using game theory	San Cristóba, José Ramón[۱۵]	۱۴
		✓			✓	✓	Cooperation and game-theoretic cost allocation in stochastic inventory models with continuous review	Timmer, Judith, Michela Chessa, and Richard J.	۱۵

								Boucherie	
	✓				✓	✓	Issues and experiences in logistics collaboration	Lehoux, Nadia, Jean-François Audy, D'Amours Sophie, and Mikael Rönnqvist[۸]	۱۶
				✓	✓	✓	Measuring and rewarding flexibility in collaborative distribution, including two-partner coalitions	Vanovermeire, Christine, and Kenneth Sörensen[۱۷]	۱۷
	✓				✓	✓	Mail-in-rebate coupled with revenue sharing and downward direct discount for supply chain coordination	Saha, S., Panda, S., Modak, N. M., & Basu, M. [۱۶]	۱۸
				✓	✓	✓	Cooperative vehicle routing problem: an opportunity for cost saving	Zibaei, Sedighe, Ashkan Hafezalkotob, and Seyed Sajad Ghashami [۲۴]	۱۹
	✓			✓	✓	✓	An evaluation of activity-based costing and functional-based costing: A game-theoretic approach	Charles, Shannon L., and Don R. Hansen [۳]	۲۰
	✓					✓	Using game theory to describe strategy selection for environmental risk and carbon emissions reduction in the green supply chain	R. N. G. H. J. M. M. &. D. P. Zhao[۱۴]	۲۱
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**روش پیشنهادی مقاله**		

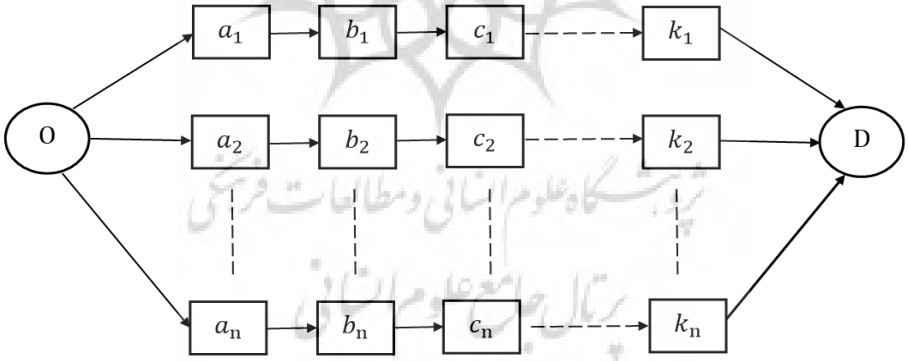
همان‌طور که در جدول ۱، ملاحظه می‌شود، در هیچ‌کدام از مقالات مورد بررسی، همه هفت هدف (تئوری بازی‌ها، بازی همکارانه، شاخص‌های عدم قطعیت از قبیل، هزینه، زمان و جریان، شبکه و حداکثر سازی جریان)، به‌طور هم‌زمان در مدل‌ها و تحقیقات در نظر گرفته نشده‌اند. مقالاتی که در این زمینه کار شده، صرفاً چند هدف را مد نظر قرار داده‌اند. از طرفی، ذکر این نکته ضروری است که در این تحقیق ۷

هدف فوق الذکر در صنایع کوچک و متوسط در نظر گرفته شده است که از دیگر نوآوری‌های تحقیق، به‌شمار می‌آید.

۳- مدل مفهومی و مفروضات مساله

چارچوب اصلی مساله مورد بررسی در این پژوهش بدین شرح است که تامین کنندگان که در قامت بازیگران در شبکه حمل و نقل لجستیکی هستند، با یکدیگر در ارتباطاند و هر کدام از تامین‌کنندگان قسمتی از شبکه حمل و نقل را خود اداره می‌کند. در حقیقت، شبکه همان سیستم حمل و نقل است. گره‌ها در این شبکه، منزل‌گاه‌ها یا شهرها و کمان‌ها، فاصله بین شهر ها تعریف می‌شوند.

چارچوب اصلی مساله مورد بررسی در این پژوهش در شکل شماره ۱، آمده است. فرض کنید که یک سیستم شبکه غیر متمرکز پیوسته، توسط m بازیگر به‌طور همزمان کنترل می‌شود، گره‌های $a_1,b_1,c_1,\ldots,k_1$ توسط بازیگر اول ، گره‌های $a_2,b_2,c_2,\ldots,k_2$ توسط بازیگر دوم و $a_n,b_n,c_n,\ldots,k_n$ توسط بازیگر m ام کنترل می شود. حال در این شبکه، حداکثر نمودن عایدی بازیگران در کل زنجیره با توجه به مقادیر زمان انتقال، هزینه و جریان آب با بهره‌گیری از مدل‌سازی در بازی‌های همکارانه در حالت غیر قطعی مد نظر قرار گرفته است. در مدل شماره ۱، $a,b,c,\ldots,k$ گره‌های مواصلاتی در صنایع کوچک و متوسط هستند.



شکل ۱- چارچوب اصلی مساله تحقیق

در حالت قطعی، فرض بر این است که شرکت‌ها، دست‌خوش تغییرات نمی‌شوند ولی در حالت غیر قطعی، به علت تغییر پارامترها از جمله، ظرفیت، هزینه و زمان انتقال در دنیای واقعی و عدم ثبات آنها از جمله، نوسانات عرضه و تقاضا، مسائل سیاسی، بلایای طبیعی، زلزله، جنگ، افت ولتاژ جریان در سیستم های انتقال نیرو و نوسانات توزیع آب، میزان عایدی شبکه دستخوش تغییرات عمده می‌گردد.

در حقیقت، در این تحقیق با یک مدل ریاضی بازی بین تامین‌کنندگان، مواجه هستیم که عایدی آن‌ها را در حالت‌های منفرد و ائتلاف تحلیل می‌نماید. به‌طور کلی مفروضات مساله عبارت‌اند از:

۱- تصمیم‌گیری هر بازیگر بر اساس قواعد بازی و دیگر بازیگران تعیین می‌شود.

۲- با توجه به دو فرض عقلانیت و حداکثر نمودن عایدی، بازیگران برای به حداکثر رساندن بازده و بهره‌وری خود فعالیت می نمایند.

۳- هر بازیگر قادر است دو یا چند اقدام و یا مجموعه ای از اقدامات را انجام دهد.

۴- مدل سازی ریاضی

فرض کنید یک مجموعه شبکه با برخی از گره‌ها و کمان‌ها به صورت$\tilde{N}=(V,A,\widetilde{Cap},\widetilde{Cost},\tilde{T},O,D)$ که O و D به ترتیب مبدا و مقصد در شبکه و به‌صورت $O,D \in V$ تعریف شوند. شبکه مزبور از n گره تشکیل شده و گره ها در مجموعه $V=\{۱,۲,\dots,n\}$ و کمانها در مجموعه $A=\{(i,j)/i,j \in V\}$ هماهنگ شده اند. در شبکه مورد نظر فرض شده است که سه متغیر تصادفی نامنفی $\widetilde{Cost}$ و $\tilde{T}$، $\widetilde{Cap}$ که به ترتیب، مقدار و جریان ظرفیت آب، زمان و هزینه حمل هر واحد از جریان، برای هر کمان در مجموعه A تعریف شده است. همچنین در حالت غیر قطعی s و $\acute{s}$ شاخص احتمال وقوع سناریوها در مجموعه $\Omega = (۱,۲, \dots و\ n)$ و $\acute{\Omega} = (۱,۲, \dots و\ n)$ برای مقادیر نامشخص ظرفیت، زمان و هزینه کمان ها در نظر گرفته شده است. در این مقاله، علامت " $\sim$ " برای تاکید بر مقادیر نامشخص استفاده شده است. اندیس ها، پارامترها و متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش در ادامه می آید.

۴-۱- اندیس‌ها

i: شاخص گره‌های اولیه

j: شاخص گره‌های پایانی

k: شاخص گره‌های میانی

O: منبع گرهها

D: وان گره‌ها

m: شاخص ائتلاف[۱] بین بازیگران در شبکه

$C\{m\}$ یا C_m : ائتلاف بازیگر m در شبکه تعریف شده است

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[۱] Coalition

۴-۲- پارامترها

Cap_{ij}: ظرفیت کمان بین i و j به قسمی که : $i,j\epsilon V$

T_{ij}: زمان انتقال بین i و j به قسمی که : $i,j\epsilon V$

T_{min}: حداقل زمان انتقال در شبکه N

T_{max}: حداکثر زمان انتقال در شبکه N

$Cost_{ij}$: هزینه حمل هر واحد از جریان بین i و j به فسمی که : $i,j\epsilon V$

B_{c_m}: کل بودجه در دسترس برای هر ائتلاف

۴-۳- متغیرها

y_{ij}: متغیر صفر و یک کمان بین i و j به قسمی که : $i,j\epsilon V$

X_{ij}: جریان شبکه بین i و j به قسمی که : $i,j\epsilon V$

f_{c_m}: حداکثر جریان در شبکه با توجه به C_m

در ادامه مدل ریاضی پیشنهادی در حالت غیر قطعی ارائه می گردد:

$$Max\ f_{C_m} = \sum_s P_s f_s - \lambda \sum_s P_s \left(f_s - \sum_{ś} P_{ś} f_{ś}\right)^{۲} \quad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_j y_{ojs} = ۱ \quad \forall i; i = ۱,۲,\dots,n \quad s \epsilon \Omega \quad (۲)$$

$$\sum_i y_{iDs} = ۱ \quad \forall i; i = ۱,۲,\dots,n \quad s \epsilon \Omega \quad (۳)$$

$$\sum_j y_{ijs} \leq ۱ \quad \forall i,j = ۱,۲,\dots,n \quad s \epsilon \Omega \quad (۴)$$

$$\sum_i y_{ijs} \leq ۱ \quad \forall i,j = ۱,۲,\dots,n \quad s \epsilon \Omega \quad (۵)$$

$$\sum_i y_{ijs} - \sum_k y_{jks} = ۰ \quad \forall i,j;k;i,j,k = ۱,۲,\dots,n \quad , \quad s \epsilon \Omega \quad (۶)$$

$$X_{ijs} - y_{ijs}\widetilde{Cap}_{ijs} \leq ۰ \quad \forall i \neq j; i,j = ۱,۲,\dots,n, s \epsilon \Omega \quad (۷)$$

$$X_{Ojs} - y_{Ojs}\widetilde{Cap}_{Ojs} \leq ۰ \quad \forall j; j = ۱,۲,\dots,n, s \epsilon \Omega \quad (۸)$$

$$X_{iDs} - y_{iDS}\widetilde{Cap}_{iDs} \leq ۰ \quad \forall i; i = ۱,۲,\dots,n, s \epsilon \Omega \quad (۹)$$

$$\sum_i X_{ijs} - \sum_k X_{jks} = ۰ \quad \forall i \neq j \neq k; i,j,k = ۱,۲,\dots,n \quad , s \epsilon \Omega \quad (۱۰)$$

$$\sum_{i,j} y_{ijs} . \tilde{T}_{ijs} + \sum_j y_{Ojs} . \tilde{T}_{Ojs} + \sum_i y_{iDs} . \tilde{T}_{iDs} \leq T_{max} \quad \forall i,j; i,j = ۱,۲,\dots,n, \ s \epsilon \Omega \quad (۱۱)$$

$$\sum_{i,j} y_{ijs} . \tilde{T}_{ijs} + \sum_j y_{Ojs} . \tilde{T}_{Ojs} + \sum_i y_{iDs} . \tilde{T}_{iDs} \geq T_{min} \quad \forall i,j; i,j = ۱,۲,\dots,n \quad , \quad s \in \Omega \qquad (۱۲)$$

$$\sum_{i,j} X_{ijs} . \widetilde{Cost}_{ijs} + \sum_j X_{Ojs} . \widetilde{Cost}_{Ojs} + \sum_i X_{iDs} . \widetilde{Cost}_{iDs} \leq B_{c_m} \quad \forall i,j; i,j = ۱,۲,\dots,n, \; s \in \Omega \qquad (۱۳)$$

$$f_s - X_{ijs} - M\big(۱ - y_{ijs}\big) \leq ۰ \quad \forall i,j; i,j = ۱,۲,\dots,n \quad , \quad s \in \Omega \qquad (۱۴)$$

$$y_{ijs} \in \{۰,۱\} \quad \forall i,j \; , \quad s \in \Omega \qquad (۱۵)$$

$$X_{ijs} \geq ۰ \quad \forall i,j \; , \quad s \in \Omega \qquad (۱۶)$$

رابطه شماره ۱ بیان کننده حداکثر جریان در حالت غیر قطعی می باشد. همچنین لازم به ذکر است P_s و $P_{\acute{s}}$ ، احتمال وقوع سناریوها در حالت‌های خوش بینانه، محتمل‌ترین زمان و بدبینانه است. محدودیت ۲ تا ۶ به پیدا نمودن مسیر بهینه در شبکه مورد نظر می‌پردازد. محدودیت ۷ تا ۹ محدودیت های ظرفیت کمان ها در شبکه است. محدودیت ۱۰ برای تعادل بین شبکه است. محدودیت ۱۱ و ۱۲، محدودیت پنجره زمانی است. محدودیت ۱۳، محدودیت بودجه در دسترس در کل شبکه است. محدودیت ۱۴ محدودیت جریان در شبکه است و محدودیت های ۱۵ و ۱۶ متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. در مدل‌سازی به روش غیر قطعی، از رویکرد سناریوسازی با اضافه کردن شاخص به متغیرها و پارامترهای نامشخص استفاده شده است. هدف از رویکرد کارا سازی در روش غیر قطعی، بیشینه‌سازی تابع هدف مورد انتظار با یک سطح قابل قبول است. رابطه شماره ۱ بیان کننده حداکثر جریان مورد انتظار با در نظر گرفتن احتمال وقوع سناریوهای S و Ś با در نظر گرفتن حداقل واریانس ممکن با ضریب λ است. اتخاذ توضیحات مبتنی بر حالت سناریو زمانی که از روش عدم قطعیت پیروی می‌کند، مبتنی بر رابطه شماره ۱۷، است[۶].

$$Mean(flow) - \lambda_f(variance(flow)) \qquad (۱۷)$$

بدین مفهوم که میانگین جریان‌های ورودی حداکثر و انحراف معیار جریان‌های ورودی حداقل می‌گردد. این مدل برنامه‌ریزی خطی می‌تواند به‌طور موثر مورد استفاده قرار گیرد. ایده اساسی برای این راه حل، این است که یک بار شبکه به‌طور مستقل برای صاحبان و بازیگران در مرحله اول و سپس برای تمام ائتلاف های دو نفره صاحبان و بازیگران شبکه و در مرحله سوم همه ائتلاف‌ها برای صاحبان و بازیگران در نظر گرفته شده است. با توجه به مطلوبیت انتقال بازی[۱] برای هر وضعیت ائتلافی، میزان عایدی باید بالاتر از مجموع ائتلاف های تکی p_i باشد.

[۱] Transfer Utility Game

$$v(C_m) \geq \sum_{P_i \in C_m} v(p_i) \qquad (۱۸)$$

در حقیقت، ترکیب مطلوبیت ائتلاف‌های بازیگران بیشتر از مجموع حداکثر ترکیب انفرادی بازیگران است. بنابراین، $v(p_i)$ ارزش بازی بازیگر i ام است. مطلوبیت ائتلاف بازیگران با ائتلاف C_m طبق رابطه شماره ۱۸ ، است.

$$EU(C_m) = v(C_m) - \sum_{P_i \in C_m} v(p_i) \qquad (۱۹)$$

همچنین هم‌افزایی بازیگران با توجه به ائتلاف بازیگران از رابطه شماره ۱۹، به‌دست می آید.

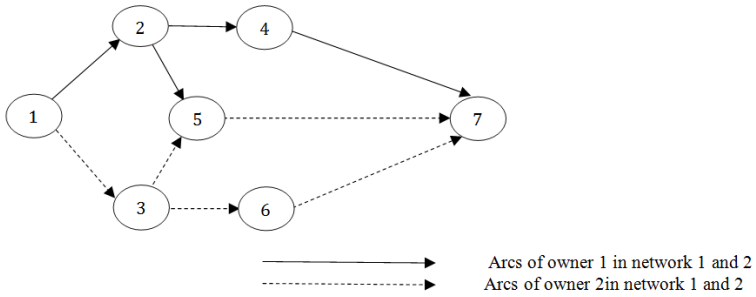
$$\text{Synergy}(C_m) = \frac{EU(C_m)}{v(C_m)} \qquad (۲۰)$$

۵- مثال عددی در صنایع کوچک و متوسط

به‌منظور بررسی و تصدیق اعتبار مدل پیشنهادی و اثبات کاربردی بودن آن از سه مثال عددی بهره گرفته شد. در مثال عددی اول، شبکه ساده و دو بازیگر در شبکه در تعامل با هم هستند. در شبکه دوم که شبکه متوسط از نوع پیچیدگی است که سه بازیگر در شبکه موجود و در شبکه سوم، شبکه پیچیده است. برای اعتبار سنجی مدل پیشنهادی و برای افزایش روایی آن، در هر سه مثال ذکر شده، مقادیر مقادیر ظرفیت، زمان و هزینه های انتقال با یکدیگر متفاوت در نظر گرفته شده است.

۵-۱- مثال عددی اول:

در مثال عددی اول، یک شبکه از فعالیت صنایع کوچک و متوسط با دو بازیگر مطابق شکل ۲ نشان داده شده است. تامین کننده یا بازیگر اول مجموعه{۱،۲،۴،۵،۷} و تامین کننده یا بازیگر دوم مجموعه {۱, ۳, ۵, ۶, ۷} را تحت کنترل دارند. لازم به ذکر است گره ها، شهرهای مواصلاتی هستند. همچنین احتمال وقوع سناریوهای خوش بینانه، محتمل‌ترین و بدبینانه ترین به ترتیب ۰,۲۵، ۰,۵ و ۰,۲۵ نظر گرفته شده است. ذکر این نکته ضروری است که توزیع داده ها در تمامی مثال‌های نرمال فرض شده است.



شکل ۲- شکل ارتباطات بین شرکتهای کوچک و متوسط(مثال عددی اول)

در ادامه در جدول ۲، مقادیر ظرفیت و جریان بر حسب متر مکعب، زمان انتقال بین گره‌ها و هزینه‌های انتقال در حالت‌های بدبینانه، محتمل‌ترین و خوش بینانه‌ترین، در مثال عددی اول ذکر شده است.

جدول ۲- مقادیر ظرفیت، زمان و هزینه های انتقال (مثال عددی اول)

بازیگران	کمان	Cap(m^3)			T(min)			Cost(۱۰۰/۰۰۰ Rial)		
		بدبینانه	متوسط	خوش بینانه	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه
بازیگر ۱	۱۲	۳۲۸	۳۹۷	٤۸۰	۱۸۷	۱۷۰	۸	٤۰۰	۳۵۱	۲۰۱
	۲۵	۳۲۳	۳۹۸	٤۰۹	۱٦۳	۱۰۷	۷٦	۳۵۱	۲۸۵	۲۲۱
	۲٤	۲۷٦	۲۹٤	۳۱۲	۹۵	٦۱	٤۲	۳٤۸	۲۹۸	۲۵۲
	٤۷	۵٤	۱۷۲	۲۹۳	۱۸۲	۱۷٦	۱٦٤	۳۲۱	۳۰۱	۲۰۱
بازیگر۲	۱۳	۵۲	۲۳٦	۳۵٤	۲۰۰	۱۲۵	۳٦	۳۷٤	۳۲۳	۲۰۰
	۳۵	۱۵۸	۲۵۸	۳۰۱	۱۹۸	۹۵	٤۷	۳۲۸	۲۹۸	۲۲۸
	۳٦	۲۵۸	۳٦۵	٤۰۰	۱۵۸	۱۲۵	۵۲	۲۹۸	۲۲۵	۲۱۱
	۵۷	۵۸	۱٤۵	۲۸۹	۹۸	٤۷	۱۵	۲۳۵	۲۲۱	۲۰٦
	٦۷	۱٤۵	۲۵۷	۳٦۵	۱۵۸	۱۲۵	۱۰۲	۳۳۲	۲۵٦	۲۳۲

برای حل مدل، مقادیر بودجه برای هر بازیگر ۵۰۰۰ واحد پولی[۱]، مقادیر حداقل و حداکثر T_{min} و T_{max} به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ دقیقه در نظر گرفته شده است. بعد از حل مدل با نرم افزار گمز[۲] خروجی مدل در جدول شماره ۳ می آید. لازم به ذکر است $v(C_m)$، $EU(C_m)$ و $Synergy(C_m)$ به

۱- واحد پولی معادل یکصد هزار ریال در نظر گرفته شده است

۲ GAMS

ترتیب مقدار جریان در حالت ائتلاف بازیگران در حالت غیر قطعی، مطلوبیت ائتلاف بازیگران و هم‌افزایی ائتلاف بازیگران است.

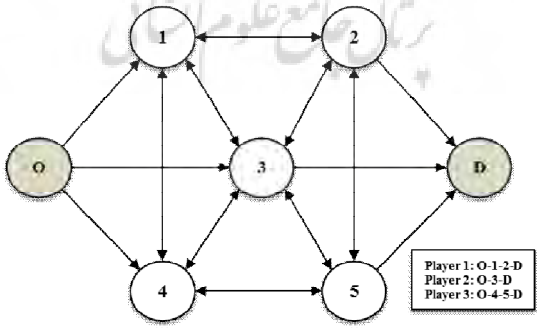
جدول ۳- نتایج حل مدل در حالت غیر قطعی(مثال عددی اول)

Coalition	f	E	S
$C\{۱\}$	۲۸,۸۷	۰	۰
$C\{۲\}$	۳۶,۱۱	۰	۰
$C\{۱،۲\}$	۷۸,۲۳	۱۳,۲۵	۱۶,۹۳

با توجه به نتایج جدول ۳، در حالت مدل ریاضی غیر قطعی در شبکه مورد نظر، بازی‌های همکارانه باعث افزایش میزان عایدی و سود بازیگران شده است. میزان تابع مطلوبیت با عنایت به بازی همکارانه افزایش چشم‌گیری داشته است. همچنین هم‌افزایی بازی‌های همکارانه نیز در حال افزایش است. لازم به ذکر است، در حالت غیر قطعی که با توجه به تغییرات سه پارامتر ظرفیت، زمان و هزینه انتقال و توزیع آب، به‌وجود آمده است، ارزش بازی طبق رابطه شماره ۱، اختلاف بین میانگین و انحراف معیار با در نظر گرفتن پارامتر λ (ضریب انحراف معیار) که مقدار ۰,۵ در نظر گرفته شده، است.

۵-۲- مثال عددی دوم:

در مثال عددی دوم، یک شبکه از فعالیت صنایع کوچک و متوسط با سه بازیگر مطابق شکل ۳ نشان داده شده است. تامین کننده یا بازیگر اول مجموعه$\{O,۱،۲,D\}$، تامین کننده یا بازیگر دوم مجموعه$\{O,$ ۳, $D\}$ و تامین کننده یا بازیگر سوم مجموعه $\{O,۴،۵,D\}$ را تحت کنترل دارند. لازم به ذکر است گره ها، شهرهای مواصلاتی هستند. همچنین احتمال وقوع سناریوهای خوش بینانه، محتمل ترین و بدبینانه ترین حالت به ترتیب ۰,۱۶۵، ۰,۶۷۰ و ۰,۱۶۵در نظر گرفته شده است.



شکل ۳- شکل ارتباطات بین شرکتهای کوچک و متوسط(مثال عددی دوم)

در ادامه، در جدول ۴، مقادیر ظرفیت و جریان بر حسب متر مکعب، زمان انتقال بین گره ها و هزینه‌های انتقال در حالت‌های بدبینانه، محتمل ترین و خوش بینانه‌ترین در مثال عددی دوم ذکر شده است.

جدول ٤- مقادیر ظرفیت، زمان و هزینه های انتقال(مثال عددی دوم)

مسیر	$Cap(m^3)$			$T(min)$			$Cost$(۱۰۰/۰۰۰ Rial)		
	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه
O-۱	۳۷۵	۵۰۰	٦۲۵	٦۸	٥٤	٤۰	٦٦	٥۳	٤۰
O-۳	٤٥۰	٦۰۰	۷٥۰	۲۳	۱۸	۱۳	٤۳	۳٤	۲٦
O-۴	۱٥۰	۲۰۰	۲٥۰	۱۱٤	۹۱	٦۸	۹۸	۷۸	٥۹
۱-۲	۲۲٥	۳۰۰	۳۷٥	۳۹	۳۱	۲۳	٥	٤	۳
۱-۳	۷٥	۱۰۰	۱۲٥	۲۹	۲۳	۱۷	۸٥	٦۸	٥۱
۱-۴	٥۲٥	۷۰۰	۸۷٥	۱۲۳	۹۸	۷۳	۹۰	۷۲	٥٤
۲-۳	۲۲٥	۳۰۰	۳۷٥	٥٥	٤٤	۳۳	۱۸	۱٤	۱۱
۲-۵	٥۲٥	۷۰۰	۸۷٥	۹۰	۷۲	٥٤	٦٤	٥۱	۳۸
۲-D	٦۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۲	۹	٦	۷۳	٥۸	٤٤
۳-۴	٥۲٥	۷۰۰	۸۷٥	۱٥	۱۲	۹	۱۱۳	۹۰	٦۸
۳-۵	۱٥۰	۲۰۰	۲٥۰	۲۹	۲۳	۱۷	٦۰	٤۸	۳٦
۳-D	۳۷٥	٥۰۰	٦۲٥	۳٤	۲۷	۲۰	۲٤	۱۹	۱٤
۴-۵	۳۰۰	٤۰۰	٥۰۰	۱٥	۱۲	۹	۱۱٤	۹۱	٦۸
۵-D	۳۷٥	٥۰۰	٦۲٥	٤	۳	۲	۱۱۱	۸۹	٦۷

در ادامه برای حل مدل، مقادیر بودجه برای هر بازیگر ۵۰۰۰ واحد پولی، مقادیر حداقل و حداکثر T_{min} و T_{max} به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ دقیقه در نظر گرفته شده است. بعد از حل مدل با نرم افزار گمز خروجی مدل در جدول ۵ می‌آید.

جدول ٥- نتایج حل مدل برای حالت غیر قطعی(مثال عددی دوم)

Coalition	f	E	S
$C\{۱\}$	۲٥,۳٦	۰	۰
$C\{۲\}$	٤۲,٤۲	۰	۰

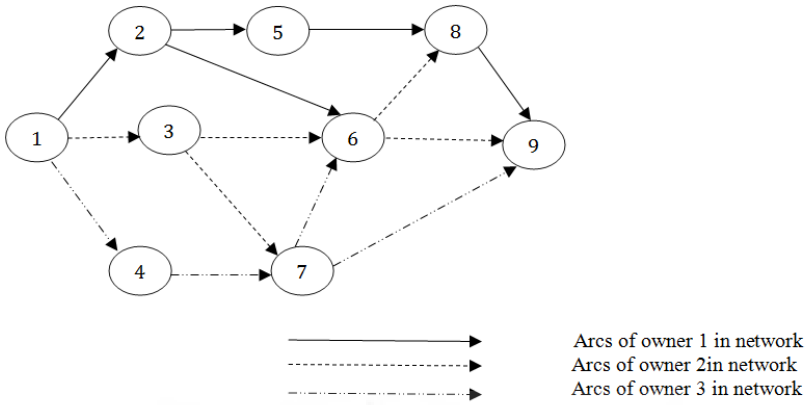
$C\{3\}$	۳۲,۰۹	۰	۰
$C\{1،2\}$	۸۵,۵٤	۱۷,۷٦	۰,۲۰۷
$C\{1،3\}$	٦۷,۹٤	۱۰,٤۹	۰,۱۰۸
$C\{2،3\}$	۱۱۲,۲٤	۳۷,۷۳	۰,۳۳٦
$C\{1،2،3\}$	۱٥٦,۹٦	٥۷,۰۹	۰,۳٦۳

با توجه به نتایج جدول شماره ۵، در حالت مدل ریاضی غیر قطعی در شبکه مورد نظر نیز، بازی‌های همکارانه باعث افزایش میزان عایدی یا سود بازیگران شده است. همچنین میزان تابع مطلوبیت با عنایت به بازی همکارانه افزایش چشم‌گیری داشته است. همچنین هم‌افزایی بازی‌های همکارانه نیز در حال افزایش است.

به‌طور مثال، وقتی بازیگران به‌صورت انفرادی فعالیت می‌کنند، بر اساس رابطه ۱۸ و ۱۹ مطلوبیت بازیگران در شبکه توزیع صفر است. ولی زمانی‌که با هم مشارکت و فعالیت می‌کنند هم افزایی به میزان ۰/۳۶۳ رشد فزاینده‌ای می‌نماید و میزان عایدی بیشتری نصیب بازیگران می‌گردد. به‌عبارت دیگرریال از نوآوری مقاله، می‌توان رشد هم افزایی ائتلاف بازیگران در صنایع کوچک و متوسط، نامید.

۵-۳- مثال عددی سوم

در مثال عددی سوم، یک شبکه انتقال و توزیع آب با سه تامین کننده که مطابق شکل ۴ همکاری می کنند، در نظر گرفته شده است. تامین کننده یا بازیگر اول مجموعه ,(۲،۵) ,(۱،۲)} {(۸،۹),(۵،۸),(۲،٦) ، تامین کننده یا بازیگر دوم مجموعه ,(۳،٦) ,(۱،۳)} {(٦،۹),(٦،۸),(۳،۷) و تامین کننده یا بازیگر سوم مجموعه {(۷،۹),(۷،٦),(٤،۷) ,(۱،٤)} را تحت کنترل دارند. همچنین احتمال وقوع سناریوهای خوش بینانه، محتمل‌ترین و بدبینانه‌ترین حالت به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۲۵ در نظر گرفته شده است.



شکل٤- شکل ارتباطات بین شرکت‌های کوچک و متوسط(مثال عددی سوم)

در جدول ۶ مقادیر ظرفیت انتقال آب بر حسب متر مکعب، زمان انتقال آب بین گره‌ها و هزینه‌های انتقال در حالت‌های بدبینانه، محتمل‌ترین و خوش‌بینانه‌ترین در مثال عددی سوم ذکر شده است.

جدول ٦- مقادیر طرفیت، زمان و هزینه های انتقال(مثال عددی سوم)

بازیگران	کمان	Cap(m^3)			T(min)			Cost(۱۰۰/۰۰۰ Rial)		
		بدبینانه	متوسط	خوش بینانه	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه	بدبینانه	متوسط	خوش بینانه
بازیگر ۱	۱۳	۳۲۸	۳۹۷	٤۸۰	۱۸۷	۱۷۰	۸	۷٦	۷٥	٦۸
	۳٥	۳۲۳	۳۹۸	٤۰۹	۱٦۳	۱۰۷	۷٦	۹٤	۸۸	۳٦
	۳٦	۲۷٦	۲۹٤	۳۱۲	۹٥	٦۱	٤۲	۸٥	۲٤	۲۰
	٥۸	٥٤	۱۷۲	۲۹۳	۱۸۲	۱۷٦	۱٦٤	٦۰	۲۷	۳
	۸۹	۱۰٥	۲۷۷	۳۱٥	۱۲۳	۷۳	۷	٤۹	۲۰	٥
بازیگر۲	۱٤	۸٦	۱۹۷	۳۲۸	۱٤۲	٥٦	۷	۸۳	۱۰	٥
	٤٦	۹۲	۲۸۹	٤۰۳	۱۷۸	٤۸	٦	۹۸	٤۹	۱۷
	٤۷	۲۳٦	۲٥۱	۳٥۷	۱۳۷	۱۲	۹	٥۳	۱۰	۸
	٦۸	۱۲۲	۱۳٥	٤٥۹	۱٥٤	٥۸	۳۸	٥۹	٥۸	۱۰
	٦۹	۲۱۳	۲۷٤	۳۲۳	۱۳٦	۱۳۰	۱۲۸	۹٥	۷۱	۲۱
بازیگر ۳	۱۲	۷۹	٤۸۳	٤۸٦	۱۹۲	۱٦۱	۹۸	۹۲	٤۳	۱٥
	۲۳	۸۲	۱٦۹	۳۹۸	۱۰٦	٦۳	۳٤	٦٦	٦۱	۲۷

۳۶	۵۲	۶۳	۲۹	۱۱۰	۱۷۱	۴۳۵	۲۹۰	۶۹	۲۷
۵۳	۶۸	۷۵	۷۹	۹۷	۱۷۳	۲۶۶	۲۵۱	۴۷	۷۶
۴۰	۷۷	۸۱	۷۹	۸۶	۱۷۸	۴۱۱	۱۳۶	۹۹	۷۹

در ادامه برای حل مدل، مقادیر بودجه برای هر بازیگر ۵۰۰۰ واحد پولی، مقادیر حداقل و حداکثر T_{min} و T_{max} به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰۰ دقیقه در نظر گرفته شده است. بعد از حل مدل با نرم‌افزار گمز، خروجی مدل در جدول ۷ می آید.

جدول ۷- نتایج حل مدل برای حالت قطعی و غیر قطعی مثال عددی سوم

Coalition	f	E	S
$C\{۱\}$	۲۲,۴۴	۰	۰
$C\{۲\}$	۳۶,۶۳	۰	۰
$C\{۳\}$	۲۸/۰۶	۰	۰
$C\{۱،۲\}$	۷۴/۱۹	۱۵/۱۲	۰/۲۰۳
$C\{۱،۳\}$	۵۶/۶۳	۶/۱۳	۰/۱۰۸
$C\{۲،۳\}$	۹۳/۲۶	۲۸/۵۶	۰/۳۰۶
$C\{۱،۲،۳\}$	۱۲۶/۷۵	۵۶/۶۲	۰/۳۱۲

با توجه به نتایج جدول ۷، در حالت مدل ریاضی غیر قطعی در شبکه مورد نظر نیز، بازی‌های همکارانه باعث افزایش میزان عایدی یا سود بازیگران شده است. میزان تابع مطلوبیت با عنایت به بازی همکارانه افزایش چشم‌گیری داشته است. همچنین هم‌افزایی بازی های همکارانه نیز در حال افزایش است.

در این مثال نیز، وقتی بازیگران به صورت انفرادی فعالیت می‌کنند مطلوبیت بازیگران در شبکه توزیع صفر می باشد. ولی زمانی که با هم مشارکت و فعالیت می‌کنند هم‌افزایی رشد فزاینده‌ای می‌نماید و میزان عایدی بیشتری نصیب بازیگران می گردد.

به‌عبارت دیگر، از نوآوری مقاله، می‌توان رشد هم افزایی ائتلاف بازیگران در صنایع کوچک و متوسط نامید. زیرا ائتلاف بازیگران و تامین کنندگان در صنایع کوچک و متوسط که زمینه ساز هم افزایی مثبت است باعث افزایش درآمد، ایجاد فرصت‌های شغلی برای نیروی انسانی غیر ماهر، انباشت سرمایه از طریق افزایش بازدهی و توسعه ابعاد اقتصادی و اجتماعی در کشورهای در حال توسعه می گردد.

همچنین، در سـه مثال فوق الذکر، مطلوبیت انتقال بازی، مطلوبیت ائتلاف بازیگران و هم‌افزایی در بازی‌های همکارانه در حال افزایش است که می‌تواند موید اعتبارسنجی مدل پیشنهادی تحقیق باشد.

٦- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

همان‌طور که در این تحقیق اشاره شد یکی از الگوهای موفق تجربه شده در جهان کنونی برای توسعه فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و حتی کشورهای صنعتی، الگوی توسعه صنایع کوچک و متوسط است. در سه دهه پیش، نگاه اقتصاددانان به صنایع بزرگ، به‌عنوان موتور رشد اقتصادی، ایجاد اشتغال، نوآوری و رقابت جهانی بود. روند رو به افزایش تمرکز، تقریبا در هر کشور توسعه یافته‌ای موجب نگرانی اقتصاددانان شد که اعلام نگرانی در مورد خطر از دست رفتن مردم‌سالاری را در پی داشت. بنابراین، درک این واقعیت توسط بعضی اقتصاددانان صاحب‌نظر، مبنی بر این‌که تحولی اساسی در فعالیت‌های اقتصادی با فاصله گرفتن از صنایع بزرگ و فعال شدن صنایع کوچک و متوسط در حال وقوع است، همه توجه‌ها را به خود جلب کرد. بنابراین، در این تحقیق تعامل سازنده بین صنایع کوچک و متوسط در راستای افزایش عایدی و درآمد که موجب توسعه همه جانبه در عرصه‌های اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فرهنگی می گردد مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است.

در این راستا، در این پژوهش، یک مدل ریاضی در حالت غیر قطعی با توجه به انواع ائتلاف بازیگران در صنایع کوچک و متوسط ارایه شد. مدل‌سازی صورت گرفته، متناسب با دنیای واقعی و در شرایط عدم اطمینان انجام شده است. در این حالت، به علت وجود مسائل و ملاحظات سیاسی، بلایای طبیعی، زلزله و جنگ میزان ظرفیت جریان حمل، زمان و هزینه حمل بین عرضه‌کنندگان یا تامین‌کنندگان در این صنایع، می‌تواند دستخوش تغییرات گردد. مدل ریاضی ارایه شده در حالت غیر قطعی، سعی در حداکثر نمودن میزان حمل و کسر تغییرات مجاز دارد. همان‌طور که از نتایج قابل مشاهده است، تامین‌کنندگان برای افزایش کارایی سیستم‌های لجستیکی در محیط پیچیده امروزی رو به بازی‌های همکارانه می‌آورند تا میزان عایدی و ارزش بازی خود را افزایش دهند. همان‌طور که از نتایج تحقیق به وضوح قابل مشاهده است، هم‌افزایی بازیگران با عنایت به بازی‌های همکارانه رو به افزایش است. همچنین، لازم به ذکر است از نوآوری‌های تحقیق می‌توان به ارایه مدلی کارا در حالت غیر قطعی، اشاره نمود. بنابراین، استراتژی کارا در شرایط عدم اطمینان در صنایع کوچک و متوسط که به‌صورت غیر متمرکز اداره می شود، بهره بردن از بازی‌های همکارانه برای پیشبرد اهداف شرکت‌ها است. بنابراین، مشارکت سازنده بین صنایع کوچک و متوسط می‌تواند جایگزین مناسب در صنایع بزرگ گردد.

در پایان، به‌منظور انجام تحقیقات آتی، موارد زیر پیشنهاد می گردد:

- تحقیق در زمینه همکاری در تعیین سهم بازار در صنایع کوچک و متوسط با بهره گیری از روش فازی در شبکه‌های غیر متمرکز

- بحث رقابت/ همکاری در تعیین سهم بازار در صنایع کوچک و متوسط
- مدل‌سازی و بهره گیری از توزیع های پیوسته آماری مانند توزیع مثلثی برای مدل سازی در شبکه‌های غیر متمرکز

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References: **منابع :**

1. A. Schrijver. (2002). “On the history of the transportation and maximum flow problems. Mathematical Programming”, vol. 91, No. 3, pp. 437-445.
2. Aragón-Correa., J. Alberto. (2008). “Environmental strategy and performance in small firms: A resource-based perspective”. Journal of environmental management, vol. 86, No. 1, pp. 88-103.
3. Charles, Shannon L., Don R. Hansen. (2008). “An evaluation of activity-based costing and functional-based costing: A game-theoretic approach”, International Journal of Production Economics, vol. 113, No. 1, pp.282-296.
4. E. Kalai., E. Zemel. (1982). “Generalized network problem yielding totally balanced games”. Operations Research, vol. 30, p. 998–1008.
5. Hafezalkotob, A., Makui. A. (2015). “Cooperative maximum-flow problem under uncertainty in logistic networks”. Applied Mathematics and Computation, vol. 250, pp. 593-604.

6Mulvey, J.M., Vanderbei, R.J. Zenios, S.A. (1995). “Robust optimization of large-scale systems”. Operations Research, vol. 43 , No.2, pp. 264-281.

7. Lancioni R., Hope Jensen S., Michaeal F. S. (2003). “Internet impacts on supply chain management”, Industrial Marketing Management, vol. 32, pp.173-175.
8. Lehoux, Nadia., Jean-François Audy., D’Amours Sophie., Mikael Rönnqvist. (2009). “Issues and experiences in logistics collaboration”, In Working Conference on Virtual Enterprises, pp. 69-76. Springer Berlin Heidelberg.
9. Lozano, S. (2013). “Cooperative game theory approach to allocating benefits of horizontal cooperation”, European Journal of Operational Research, vol. 229, No. 2, pp. 444-452.
10. Martin-Tapia., Inmaculada., Juan Alberto Aragon-Correa., Maria Eugenia Senise-Barrio.(2008). “Being green and export intensity of SMEs: The moderating influence of perceived uncertainty”, Ecological Economics, vol. 68, No. 1, pp. 56-67.
11. Morrissey, W. John., Luke Pittaway.(2006). “Buyer-supplier relationships in small firms the use of social factors to manage relationships”, International Small Business Journal, vol. 24, No. 3, pp. 272-298.
12. Frisk M., Göthe-Lundgren M. Jörnsten K. Rönnqvist M. (2010). “Cost allocation in collaborative forest transportation”, European Journal of Operational Research, vol. 205, pp. 448-458.
13. Bell, M. G. (1999). “Measuring network reliability: a game theoretic approach”, Journal of advanced transportation, vol. 33, No. 2, pp. 135-146.
14. Zhao R. Neighbour G., Jiaojie H., McGuire M., Deutz P. (2012). “Using game theory to describe strategy selection for environmental risk and carbon emissions reduction in the green supply chain”, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. 25, No. 6, pp. 927-936.
15. San Cristóba., José Ramón. (2014). “Cost Allocation between Activities that have Caused Delays in a Project Using Game Theory”, Procedia Technology, vol. 16, pp. 1017-1026.
16. Saha, S., Panda, S., Modak, N. M., Basu, M. (2015). “Mail-in-rebate coupled with revenue sharing and downward direct discount for supply chain coordination”, International Journal of Operational Research, vol. 23, No. 4, pp.451-476.

17. Vanovermeire., Christine., Kenneth Sörensen. (2014). “Measuring and rewarding flexibility in collaborative distribution, including two-partner coalitions”, European Journal of Operational Research, vol. 239, No.1,pp.157-165.
18. Patterson Krik A., Grimm Curtis M., Corsi Thomas M. (2003). “Adopting new technologies for supply chain management”, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, vol.39, pp.95-121.
19. P.M. Reyes. (2005). “Logistics networks: A game theory application for solving the transshipment problem”, Applied Mathematics and Computation, vol. 168, pp. 1419-1431.
20. Timmer, Judith., Michela Chessa., Richard J. Boucherie. (2013). “Cooperation and game-theoretic cost allocation in stochastic inventory models with continuous review”, European journal of operational research, vol. 231, No. 3, pp. 567-576.
21. Todinov, M. T. (2013). “Flow Networks: Analysis and optimization of repairable flow networks, networks with disturbed flows”, static flow networks and reliability networks, Newnes.
22 Szeto. . W. Y. (2011). “Cooperative game approaches to measuring network reliability considering paradoxes”, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 19, No. 2, pp. 229-241.
23. Yeh, Wei-Chang., Changseok Bae., Chia-Ling Huang. (2015). “A new cut-based algorithm for the multi-state flow network reliability problem”, Reliability Engineering & System Safety, vol. 136, pp. 1-7.
24. Zibaei, S., Hafezalkotob, A., Ghashami S. S. (2016). “Cooperative vehicle routing problem: an opportunity for cost saving”, Journal of Industrial Engineering International , pp.1-16.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی