تخصیص کمی ریسک در پروژه‌های ساخت با رویکرد نظریه بازی‌های همکارانه

فرناد نصیرزاده[۱]، مهدی روح‌پرور*[۲]، حامد مازندرانی زاده[۳]

۱- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور تهران

۲- کارشناس ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی قزوین

چکیده

در فرایند تخصیص ریسک، دادن مسئولیت کامل برخی از ریسک ها به پیمانکار درست نمی باشد، چرا که باعث اتخاذ برخی سیاست های تدافعی از طرف پیمانکار از قبیل کاهش کیفیت و روی آوردن به دعاوی و دادخواهی می‌گردد که در نهایت هزینه و زمان پروژه را افزایش می‌دهد. بنابراین در مورد این دسته از ریسک‌ها لازم است که مسئولیت های ناشی از ریسک بین عوامل مختلف درگیر در قرارداد تسهیم شده و به عبارتی تخصیص کمی ریسک انجام گیرد . در فرایند مذاکره برای تعیین درصد ریسک تخصیص داده شده به هر یک از طرفین قرارداد، با وجود تضاد منافع موجود بین این عوامل، تمایل زیادی به همکاری و رسیدن به توافق وجود دارد. در این تحقیق برای تخصیص کمی ریسک از نظریه بازی ها که علم مطالعه مدل های ریاضی تعارض و همکاری بین تصمیم گیران عاقل است، استفاده شده است . مدل پیشنهادی، ابزار قدرتمندی را ارائه می کند که معیارهای مطلوبیت نظیر کارایی و انصاف را برآورده نموده و درصد تخصیص ریسک منصفانه را مشخص می‌نماید. برای نشان دادن قابلیت های مدل پیشنهادی، درصد تخصیص ریسک بین کارفرما و پیمانکار، برای یکی از ریسک‌های شناسایی شده در یک پروژه نمونه تعیین گردیده است.

کلمات کلیدی: مدیریت ریسک، تخصیص کمی ریسک، نظریه بازی ها، فرآیند مذاکره

Cooperative Game Theory Approach to Quantitative Risk Allocation in Construction Projects

Farnad Nasirzade[1] , Mahdi Rouhparvar[*2], Hamed Mazandaranizadeh[3]

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Payame Noor University

2- MSc in Construction Engineering and management, Department of Civil Engineering, Islamic azad university, Science and Research Branch

3- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Imam Khomeini International University

Abstract

In risk allocation process, it is not correct to pass the whole responsibility of some risks to the contractor. The reason is that some defensive strategies such as lowering the work quality and lodging claim and litigation may

* مولف مسئول: مهدی روح پرور *Mehdi.rouhparvar@gmail.com*

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۱۱/۱۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۲/۱٤

Archive of SID

www.SID.ir

be implemented by the contractor that may increase the project cost and duration .It is therefore necessary to share the responsibility of these risks between contracting parties and in the other words to perform the risk allocation process quantitatively. In the negotiation process performing to determine the percentage of risk allocated to each of the contracting parties, there exists a willing to cooperate and reach an agreement in spite of the existed conflicts in the revenues of these parties. In this research, the game theory that is the study of mathematical models of conflict and cooperation between intelligent rational decision-makers is used for quantitative risk allocation. The proposed model presents a powerful tool that satisfies desirable criteria such as efficiency and fairness and the equitable percentage of risk allocation is determined. To evaluate the capabilities and performance of the proposed model, it is implemented in sample project and the risk allocation percentage between the client and contractor is determined for one of the identified risks.

Keywords: Risk management, Quantitative risk allocation, Game theory, Negotiation process

۱- مقدمه

پروژه‌های عمرانی با مجموعه‌ای از ریسک‌ها روبرو هستند که عملکرد پروژه را در جهت مثبت و یا منفی تحت تاثیر قرار می دهند. وجود ریسک‌ها و عدم قطعیت‌هایی که در مراحل مختلف اجرای پروژه وجود دارد، نقش مهمی در افزایش زمان، افزایش هزینه و کاهش کیفیت پروژه‌ها دارد [۳]. استفاده از فرآیند مدیریت ریسک کمک می‌کند تا طی یک فرآیند چند مرحله‌ای مشتمل بر مراحل شناسایی، آنالیز، پاسخ دهی و کنترل ریسک، اثرات منفی ناشی از ریسک‌ها را تا حد امکان تقلیل داده و اثرات مثبت آن‌ها را افزایش داد [٤].

در هر پروژه عوامل مختلفی نظیر کارفرما، مشاور و پیمانکار حضور دارند که هر کدام به دنبال مدیریت مطلوب ریسک های موجود در حوزه مسئولیت خود هستند. پیش از آغاز فوآیند مدیریت ریسک می بایست مشخص گردد که هر کدام از این عوامل درگیر در پروژه، در مقابل کدام یک از ریسک های پروژه و به چه میزان مسئول هستند . تعریف و تقسیم مسئولیت سود و یا زیان احتمالی ناشی از هر یک از ریسک‌های شناسایی شده را تخصیص ریسک می نامند [٥]. تخصیص ریسک و به عبارتی انتقال مسئولیت ریسک، توسط مواد قراردادی و سایر مدارک منضم به آن انجام می‌گیرد.

تخصیص ریسک مناسب، نقشی حیاتی در اثرگذاری و کارآمدی چرخه مدیریت ریسک دارد، به گونه‌ای که بدون تخصیص مناسب ریسک این چرخه ناکارآمد بوده و می تواند بجای بهبود عملکرد پروژه باعث بدتر شدن عملکرد آن شود . تخصیص نامناسب ریسک که در آن بدون توجه به خصوصیات ذاتی هر ریسک، مسئولیت های عوامل مختلف پروژه در قبال ریسک ها مشخص می گردد، یکی از مشکلات مهمی است که در حال حاضر در صنعت ساخت وجود داشته و می‌بایست به آن توجه خاصی نمود.

در نگاه سنتی، کارفرما به دنبال انتقال مسئولیت اکثر ریسک ها به عوامل دیگر است [٦]. اما ثابت شده است که تخصیص یکجانبه ریسک موجب برخی نتایج نامناسب و گاها مخرب گردیده و در نهایت تمامی عوامل درگیر در پروژه متضرر خواهند شد [۷۳]. دلیل آن نیز اتخاذ برخی استراتژی‌های تدافعی و مقابله جویانه توسط عامل پذیرنده ریسک یعنی پیمانکار است که در این راستا لویت و همکاران [۸] به موارد زیر اشاره نموده‌اند:

۱- تحمیل هزینه‌های اضافی ناشی از بالا بردن قیمت پیشنهادی از طرف پیمانکار

۲- اتخاذ رویکردهای محافظه کارانه در طراحی و اجرا

۳- توسل به دعاوی یا دادرسی برای هر نوع اختلاف

٤- پایین آوردن کیفیت

بنابراین اگر شرکت کنندگان در یک پروژه، خواهان تصمیم گیری هوشمندانه‌ای هستند، باید به دنبال راهی به منظور تخصیص مطلوب ریسک‌ها باشند . برخی پژوهشگران نظیر لوزمور و مک کارتی [۹] اصول ساده ای را بـرای تخصیص ریسک در پروژه ها معرفی نموده‌اند. به عقیده آن‌ها ریسک باید توسط کسانی پذیرفته شود که:

۱ – آگاهی کامل نسبت به آن‌ها داشته باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

۲ – ظرفیت لازم برای اجتناب، کاهش، نظارت و کنترل بر ریسک‌ها داشته باشند.
۳ – منابع کافی برای رسیدگی به آن‌ها در دسترس داشته باشند.
٤ – تمایل و اشتیاق کافی برای پذیرش ریسک را دارا باشند.
۵ – قادر به تحمل هزینه‌های تحمیلی ناشی از پذیرش ریسک باشند.

فرآیند تخصیص ریسک را می‌توان به دو صورت کمی و کیفی انجام داد [۱۰]. تخصیص کیفی ریسک مشخص می‌کند که مسئولیت کامل هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده با کالم یک از عوامل درگیر در پروژه است.محققینی نظیر ونگ و چو[۱۱]، بینگ و همکارانش[۱۲]، آبدنگو و اوگونلانو[۱۳]، اِن جی و لوسمور[۱٤]، اِل سایق [۱۵] مدل‌هایی را برای تخصیص کیفی ریسک ارائه نمودند. هرچند روش‌های تخصیص کیفی ریسک، طرفین را به تخصیص بهینه نزدیک می کند، اما این روش‌ها دارای محدودیت‌هایی نیز هستند به این علت که در مورد بعضی از ریسک‌های شناسایی شده، تخصیص کامل مسئولیت یک ریسک به یک طرف قرارداد صحیح نبوده و با توجه به ماهیت این ریسک ها و در جهت مدیریت کارآمد، بهتر است مسئولیت آنها بین عوامل مختلف درگیر در قرارداد تقسیم گردد بنابراین روش‌های تخصیص کمی ریسک، برای غلبه بر محدودیت‌های تخصیص کیفی ریسک یعنی تعیین سهم هر عامل از ریسک‌های قابل تقسیم، ایجاد شده‌اند [٦].

با مطالعه در ادبیات موضوع می توان دید که آنچه تاکنون در زمینه تخصیص ریسک صورت پذیرفته ، بیشتر ماهیتی کیفی و مفهومی داشته است، اما در زمینه تخصیص کمی ریسک تحقیقات انگشت شماری انجام شده که تقریبا تمامی آن ها در حوزه هایی غیر از پروژه های عمرانی بوده و قابل پیاده‌سازی در پروژه‌های ساخت نمی‌باشند. مدا [١٦] فرایند تخصیص کمی ریسک در پروژه‌های زیربنایی حمل و نقل را که به صورت مشارکت بین بخش های دولتی و خصوصی اجرا می شود، به عنوان فرایند چانه زنی بین این دو بخش مدل سازی نموده است. این مدل رفتار بازیکنان را در زمان تخصیص ریسک هنگامی که با اهداف متضاد مواجه می شوند را در قالب یک بازی آنالیز می کند. مدل ارائه شده بر مبنای یکی از روش های حل نزاع با نام final offer arbitration مطرح شده که در آن تصمیم گیری به رای داوری ارجاع داده می شود که برای طرفین لازم الاجراست. طرفین بر مبنای تحلیلی مستقل و به صورت همزمان پیشنهادشان را به داور ارائه می‌کنند. پیشنهادی توسط داور انتخاب می شود که نزدیک تر به تحلیل وی باشد . همچنین یاماگوچی و همکاران [۱۰] مدل تخصیص ریسک را برای پروژه های PFI (Private Finance Initiative) ارائه نموده‌اند. این مدل بر روی چگونگی تخصیص هزینه و سود بین کارفرمای دولتی و پیمانکار شرکت کننده در این نوع از قرارداد تمرکز دارد . خانزادی و همکاران تخصیص کمی ریسک را با استفاده از روش پویایی سیستم انجام داده اند. در این تحقیق هزینه پروژه در درصد تخصیص های مختلف ریسک از دید کارفرما مدل سازی شده است. درصد تخصیص ریسک بهینه در نقطه‌ای تعیین می‌شود که در آن هزینه کارفرما/پروژه حداقل است[۲].

با مروری بر تحقیقات انجام شده قبلی در زمینه تخصیص کمی ریسک دیده می شود که مدل‌های ارائه شده در شرایط واقعی پروژه ها قابل استفاده نیستند. ضمن آنکه روش‌های پیشنهادی، منافع تمامی طرف‌های قرارداد در فرایند تخصیص ریسک را در نظر نگرفته و تصمیم‌گیری در مورد میزان تخصیص کمی ریسک به تصمیم گیری بخش سوم که نیازها و ضرورت های پروژه را کمتر درک می کند، واگذار می شود. همچنین تخصیص کمی ریسک بر اساس دید صرفا رقابتی بین طرفین حاضر در قرارداد انجام می‌شود.

در این تحقیق از نظریه بازی‌های همکاری- چانه‌زنی برای تعیین درصد تخصیص ریسک استفاده شده که توسعه‌ای بر تحقیق انجام شده قبلی بر مبنای روش پویایی سیستم [۱] است. مشارکت طرف‌های درگیر در قرارداد در فرآیند مذاکره برای تخصیص کمی ریسک، شبیه به حضور بازیکنان در یک "بازی" مدل سازی شده است. برای بررسی قابلیت‌های مدل پیشنهادی، این مدل بر روی یک پروژه احداث خط لوله انتقال نفت پیاده شده و درصد تخصیص ریسک تورم بین کارفرما و پیمانکار تعیین گردیده است.بازی همکارانه در درصد تخصیص ریسکی شکل می‌گیرد که جمع هزینه‌های کارفرما و پیمانکار حداقل است سپس در فرایند چانه‌زنی، دو عامل کارفرما و پیمانکار برای تقسیم سود حاصل از کاهش هزینه‌ها تلاش می‌نمایند. هدف از این تحقیق استفاده از ویژگی‌های ذاتی نظریه بازی‌هاست که علایق و منفعت تمام بخش‌ها را در نظر گرفته، شرایط واقعی موجود در فرایند مذاکره بین طرفین قرارداد رامدلسازی کرده و به آنها کمک می‌کند تا به توافقی دست یابند که به دلیل منصفانه و بی‌طرفانه بودن آن، خواهان تخطی از آن در دوره حیات پروژه نباشند

www.SID.ir
Archive of SID

۲- روش تحقیق

تصمیم‌گیری به ندرت در شرایط قطعی رخ می دهد. در کنار عدم قطعیت‌های موجود، تصمیم‌گیری به دلیل اثرات متقابل تصمیمات اتخاذ شده توسط تصمیم‌گیران، در محیط پیچیده‌ای انجام می‌شود که در آن رسیدن به هدف، تنها تحت تاثیر تصمیم یک تصمیم گیر نبوده و بسته به تصمیم سایر تصمیم گیران نیز می‌باشد. در نظریه بازی‌ها، این محیط را به عنوان "بازی" و تصمیم‌گیران را با نام "بازیکن" می‌شناسند.
یک بازیکن در طول بازی از بین استراتژی‌های مختلف، یک یا چند انتخاب را انجام می‌دهد، در حالیکه سایر بازیکنان نیز همزمان با توجه به اهدافشان به دنبال انتخاب بهترین استراتژی ها هستند. نظریه بازی‌ها که علم مطالعه مد ل‌های ریاضی تعارض و همکاری بین تصمیم گیران عاقل است [۱۷] برای کمک به تصمیم‌گیری در این محیط‌های استراتژیک ایجاد شده است.
مشارکت عوامل درگیر در قرارداد در فرایند مذاکره برای تعیین درصد تخصیص ریسک نیز شبیه به حضور بازیکنان در یک بازی است .
روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی رفتار بازیکنان در محیط های استراتژیک ایجاد شده اند، اما نتایج حاصل از نظریه بازی ها به شرایط واقعی نزدیک‌تر بوده و رفتار بخش های مختلف را دقیق تر منعکس می کند. این مطلب در اغلب روش های مرسوم بهینه سازی برای حل مسائل چند معیاره و با حضور چندین تصمیم گیر نادیده گرفته می شود[۱۸]. در واقع نظریه بازی ها به بازیکنان کمک می کند تا به نقطه‌ای برسند که منحصربفرد بوده [۱۹] و برای تمام بازیکنان حاضر در محیط‌های استراتژیک مطلوب باشد.

۳- اصول نظریه بازی‌ها

۳-۱- قاعده بازی

نظریه بازی‌ها دارای قواعدی است که باید به عنوان آگاهی عمومی بین بازیکنان وجود داشته باشلین قواعد شامل: مجموعه بازیکنان، مجموعه استراتژی‌های هر بازیکن، مشخص بودن پیامد هر ترکیب استراتژی برای همه بازیکنان و رفتار عقلانی بازیکنان ا[۲۰].

۳-۲- رفتار عقلانی

فرض اساسی در نظریه بازی‌ها رفتار عقلانی بازیکنان است که (۱) تصمیم‌گیران اهداف صحیح تعریف شده را دنبال می کنند و (۲) آگاهی یا انتظارات سایر تصمیم گیران را نیز در نظر می گیرند [۲۱]. بدین معنا که بازیکنان با رفتار عقلانی به دنبال حداکثر کردن منافعشان با در نظر گوفتن عکس‌العمل سایر بازیکنان هستند.

۳-۳- پیامد

اعدادی هستند که نتیجه ترکیب استراتژی‌های بازیکنان را نشان می‌دهد. این اعداد می‌تواند نماینده سود، درآمد، مطلوبیت و یا هزینه باشد.

٤- نظریه بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه

بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه دو گووه رایج در نظریه بازی ها هستند. بازی‌های همکارانه شرایطی را نشان می دهند که در آن گروهی از تصمیم‌گیران، در یک پروژه با یکدیگر ائتلاف می کنند تا به اهداف خود نظیر افزایش مجموع درآمد (حداکثر کردن سود) یا کاهش مجموع هزینه‌ها برسند [۲۲]. در این نوع بازی، بازیکنان تنها در صورتی که از افزایش سود و یا کاهش هزینه هایشان اطمینان داشته باشند، به شرکت در یک ائتلاف تمایل نشان می دهند. بنابراین در هر ائتلاف موضوع اصلی چگونگی تقسیم سود و یا هزینه بین شرکت کنندگان در آن است. ایرن پاراچینو و همکاران دو معیار انصاف و بی طرفی را به عنوان جنبه های مهم در تقسیم منافع حاصل از همکاری می دانند [۲۳]. از سوی دیگر بازی غیر همکارانه در فقدان ائتلاف تعریف می شود، به گونه ای که هر شرکت کننده به صورت مستقل و بدون همکاری و یا ارتباط با سایرین عمل می‌کند [۲٤].

Archive of SID

www.SID.ir

۵- نظریه چانه‌زنی

بازیکنانی که شروع‌کننده فرایند چانه‌زنی هستند به این نتیجه رسیده‌اند که منفعت آن‌ها در رسیدن به توافق است و نه در عدم توافق . پس موقعیت چانه‌زنی شرایطی است که دو بازیکن علاقه مشترکی به همکاری دارند اما بر سر چگونگی همکاری با یکدیگر اختلاف دارند [۲۵]. تاکنون برای فرایند چانه‌زنی راه حل‌های مختلفی توسط نش [۲۰]، هارسانی [۲۶]، کالایی و اِسمورودینسکی [۲۷]، رابینشتین [۲۸] پیشنهاد شده است . فرایند چانه‌زنی شبیه به فرایند مذاکره است که با استفاده از ابزار نظریه بازی ها مدل‌سازی می‌شود[۲۱]. مدلی که رابینشتین معرفی کرده بر چنین تحلیلی استوار است . این مدل یک بازی پویا با اطلاعات کامل است [۲۸]. به عبارت دیگر بازیکنان به صورت متوالی حرکات خود را انجام می‌دهند در حالیکه پیامد ترکیب‌های مختلف استراتژی‌های بازیکنان مشخص است.

۵-۱- هزینه چانه‌زنی

موضوع مهم در فرایند چانه زنی "هزینه چانه‌زنی" است. ادامه چانه‌زنی برای تمام بازیکنان هزینه بر خواهد بود. اگر مذاکره بین کارفرما و پیمانکار برای حل و فصل یک ادعا در نظر گرفته شود، هرچقدر این فرایند زمان بیشتری طول بکشد و رسیدن به توافق به تاخیر بیفتد، به علت توقف در اجرای پروژه، کارفرما و پیما نکار سود بیشتری از دست می دهند. هر اندازه زمان برای بازیکنان ارزشمندتر باشد، آنها صبر کمتری داشته، هزینه چانه‌زنی برای آنها افزایش می‌یابد و در نتیجه قدرت چانه‌زنی آنها کاهش می‌یابد [۲۹].

٦- مدل چانه‌زنی دو مرحله‌ای

موقعیتی را فرض کنید که در آن فروشنده خ واهان فروش یک اتومبیل و خریداری خواهان خرید آن است . از نقطه نظر فروشنده، اتومبیل حداقل به اندازه F ریال می‌ارزد و حداکثر مقداری که خریدار توانایی پرداخت آن را دارد به اندازH ریال است، به گونه‌ای که:

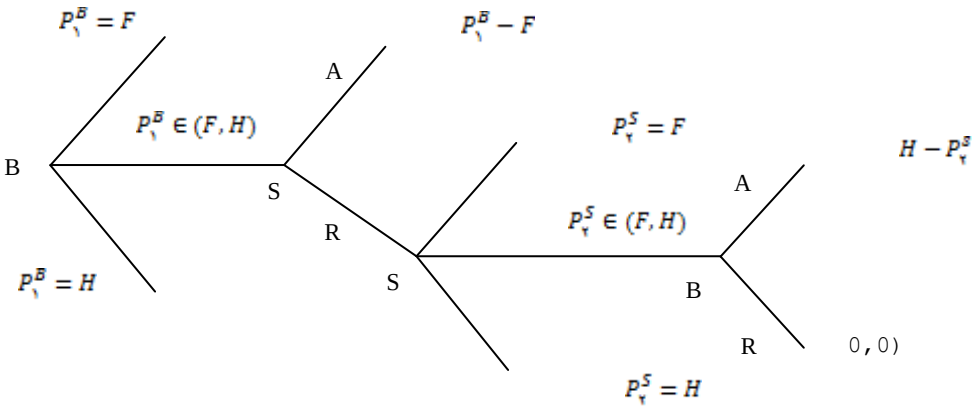
$$F < H \qquad (۱)$$

$$T = (H - F) \qquad (۲)$$

همان‌گونه که در شکل (۱) توضیح داده شده است، برای تعیین سهم هر یک از بازیکنان ازT ریال مازاد، خریدار و فروشنده فرایند چانه‌زنی را آغاز می‌کنند. فرض بر آن است که خریدار نخستین پیشنهاد را ارائه می‌کند. در اولین مرحله از بازی، خریدار پیشنهاد$P_1^B \in [F,H]$ را ارائه می‌کند. اگر فروشنده آن را بپذیرد(A) بازی به اتمام می‌رسد و پیامد فروشنده و خریدار به ترتیب برابر خواهد بود با

$$u_S\left(P_1^B, A\right) = P_1^B - v_s = P_1^B - F \qquad (۳)$$

$$u_B\left(P_1^B, A\right) = v_b - P_1^B = H - P_1^B \qquad (٤)$$



شکل ۱: چانه‌زنی دو مرحله‌ای بین فروشنده و خریدار [۱]

Archive of SID

www.SID.ir

اما اگر فروشنده پیشنهاد خریدار را رد (R) کند، پیشنهاد $P_2^s \in [F,H]$ را ارائه می‌کند. در این مرحله خریدار تصمیم به پذیرش و یا رد آن می‌گیرد. در دو حالت بازی به اتمام خواهد رسید. اگر خریدار آن را بپذیرد، پیامد بازیکنان برابر خواهد بود با:

$$u_s\left(A,P_2^s\right)=P_2^s-v_s=P_2^s-F \quad (۵)$$

$$u_B\left(A,P_2^s\right)=v_b-P_2^s=H-P_2^s \quad (۶)$$

و اگر آن را رد کند، بازیکنان به توافق نرسیده و پیامد هر دو برابر صفر خواهد بود . در مرحله دوم چانه‌زنی، فروشنده پیشنهاد P_2^s را ارائه می‌کند. بازیکنان برای تصاحب T ریال مازاد که به عدد یک نرمالیزه شده تلاش می نمایند. اگر $P_2^s \geq 0$ باشد، بهترین پاسخ به پیشنهاد فروشنده از طرف خریدار پاسخ $(R_B\left(P_2^s\right)=$ قبول$)$ و در غیر اینصورت، $(R_B\left(P_2^s\right)=$ عدم پذیرش$)$ می‌باشد. در این خصوص پیشنهاد فروشنده به خریدار برابر $P_2^s=0$ خواهد بود و خریدار آن را خواهد پذیرفت . نکته اینکه مقدار قابل قبول برای هر بازیکن متفاوت بوده و هر یک انتظار متفاوتی از تصاحب مقدار مازاد دارند . با این شرایط فروشنده اتومبیل را به میزان H دلار فروخته و پیامد بازیکنان برابر خواهد بود با:

$$u_s\left(P_2^s\right)=1-P_2^s=1 \quad (۷)$$

$$u_B\left(P_2^s\right)=0 \quad (۸)$$

اگر بازیکنان بخواهند برای اجتناب از هزینه های چانه‌زنی در اولین مرحله از بازی به توافق برسند، خریدار که پیشنهاد دهنده اول است، می‌باید پیشنهادی را ارائه کند که کمتر از مقداری که فروشنده در مرحله دوم می تواند بدست آورد، نباشد. بنابراین خریدار در اولین مرحله از بازی پیشنهاد $P_1^B=\delta_s\times 1$ را ارائه می‌کند. δ_i عامل تنزیل نامیده می‌شود که برای تبدیل ارزش مرحله بعد به زمان حال استفاده شده و این چنین تعریف می شود: $\delta_i=\frac{1}{1+r_i}$که در آن r_i نرخ بازگشت و یا ترجیح زمانی برای بازیکن $'i'$ بوده و $0\leq\delta_i\leq 1$ است. δ_i بزرگ‌تر به معنای صبر بیشتر بازیکنان و در نتیجه بیشتر بودن قدرت چا نه‌زنی آن‌ها است. با این پیشنهاد فروشنده هر آنچه قرار است در مرحله دوم بدست آورد، در این مرحله بدست می‌آورد. پیامد بازیکنان در این حالت برابر است با:

$$u_s\left(P_1^B\right)=\delta_s \quad (۹)$$

$$u_B\left(P_1^B\right)=1-P_1^B=1-\delta_s\geq 0 \quad (۱۰)$$

جمع پیامد بازیکنان در صورت توافق در مرحله اول، برابر است با:

$$u_s\left(P_1^B\right)+u_B\left(P_1^B\right)=\delta_s+1-\delta_s=1 \quad (۱۱)$$

و ارزش فعلی پیامد توافق بازیکنان در مرحله دوم برابر است با:

$$\delta_s u_s\left(P_2^s\right)+\delta_b u_B\left(P_2^s\right)=\delta_s \quad (۱۲)$$

با مقایسه دو مرحله، رسیدن به توافق در مرحله اول برای هر دو بازیکن سودمند است.

Archive of SID

www.SID.ir

۷- مدل چانه‌زنی با دوره‌های نامحدود

در عمل تعداد مراحل چانه زنی می تواند نامحدود باشد. در این حالت هزینه چانه زنی بسیار مهم بوده و بازیکنان ترجیح می دهند که در همان مرحله اول میزان سهمشان از مازاد مشخص شود تا با اجتناب از هزینه های چانه‌زنی، یا به توافق برسند و یا از ادامه چانه زنی خودداری کنند.

فرض می‌شود مقداری مازاد وجود دارد که به عدد یک نرمالیزه شده و چانه زنی بین دو بازیکن با ارائه پیشنهاد از طرف بازیکن اول آغاز شده و تا پذیرفته شدن یک پیشنهاد این روند ادامه می یابد. با در نظر گرفتن پیامدهای بازیکن اول و دوم در بین ترکیب های مختلف استراتژی، حداکثر و حداقل پیامدها برای بازیکن اول به ترتیب M_1 و m_1 و برای بازیکن دوم M_2 و m_2 فرض می‌شود. در طول فرایند چانه‌زنی هر بازیکن نسبت به مقادیر حداکثر و حداقل پیامدهای بازیکن دیگر آگاه است. بنابراین هر بازیکن می داند اگر پیشنهاد او منصفانه نباشد، بازیکن دیگر آن را رد کرده، چانه زنی به مرحله بعد منتقل می شود و از این رو هزینه چانه زنی از پیامد بازیکنان خواهد کاست. قطعا برای اجتناب از هزینه‌های چانه‌زنی، بهترین شرایط رسیدن به توافق در نخستین مرحله از چانه‌زنی است. بازیکن اول نخستین پیشنهاد را ارائه می کند و می داند که بازیکن دوم در صورت رد پیشنهاد او می تواند در مرحله دوم به حداکثر مقدار M_2 و کمترین مقدار m_2 دست یابد. بنابراین در صورتی که بازیکن اول خواهان پذیرش پیشنهادش می باشد، باید پیشنهادی بین ارزش فعلی حداکثر و حداقل آنچه بازیکن دوم در مرحله دوم می‌تواند بدست می‌آورد به او ارائه کند.

این مقادیر به ترتیب برابرند با $PV_{M_2} = \delta_2 M_2$ و $PV_{m_2} = \delta_2 m_2$. در این حالت حداکثر و حداقل پیامد بازیکن اول برابر است با:

$$M_1 \leq 1 - \delta_2 m_2 \qquad (13)$$

$$m_1 \geq 1 - \delta_2 M_2 \qquad (14)$$

اگر بازیکن دوم پیشنهاد بازیکن اول را رد کند، پیشنهاد جدیدی ارائه می کند. در این مرحله بازیکن دوم نسبت به حداکثر و حد اقل آنچه بازیکن اول در مرحله سوم می تواند به دست آورد آگاه است. بنابراین پیشنهاد معقول بازیکن دوم به بازیکن اول باید بین مقادیر $PV_{M_1} = \delta_1 M_1$ و $PV_{m_1} = \delta_1 m_1$ باشد. در این حالت حداکثر و حداقل پیامد بازیکن دوم برابر است با:

$$M_2 \leq 1 - \delta_1 m_1 \qquad (15)$$

$$m_2 \geq 1 - \delta_1 M_1 \qquad (16)$$

با ضرب $(-\delta_2)$ به معادلات ۱۵ و ۱۶ و مقایسه آن‌ها با معادلات ۱۳ و ۱۴ خواهیم داشت:

$$M_1 \leq 1 - \delta_2 m_2 \leq 1 - \delta_2 + \delta_1 \delta_2 M_1 \qquad (17)$$

$$m_1 \geq 1 - \delta_2 M_2 \geq 1 - \delta_2 + \delta_1 \delta_2 m_1 \qquad (18)$$

با حل معادلات ۱۷ و ۱۸، نتیجه برای بازیکن اول برابر است با:

Archive of SID

www.SID.ir

$$M_1 = m_1 = \frac{1-\delta_2}{1-\delta_1\delta_2} \qquad (19)$$

و برای بازیکن دوم:

$$M_2 = m_2 = 1 - \frac{1-\delta_2}{1-\delta_1\delta_2} = \frac{\delta_2(1-\delta_1)}{1-\delta_1\delta_2} \qquad (20)$$

بنابراین در نخستین مرحله از فرایند چانه زنی، بازیکن اول که شروع کننده بازی است، پیشنهاد $s_1^2 = \frac{\delta_2(1-\delta_1)}{1-\delta_1\delta_2}$ را به بازیکن دوم ارائه می‌کند که برای او قابل قبول است و سهم خود او از مازاد برابر $s_1^1 = \frac{1-\delta_2}{1-\delta_1\delta_2}$ خواهد بود.

۸- تخصیص کمی ریسک با روش نظریه بازی‌های همکارانه- چانه زنی

در این تحقیق مدل پیشنهادی بر پایه روش نظریه بازی های همکارانه- چانه‌زنی، برای تخصیص کمی ریسک تورم در یک پروژه احداث خط لوله انتقال نفت استفاده شده است. ریسک تورم یکی از مهمترین ریسک های شناسایی شده و قابل تقسیم بین طرف های قرارداد در این پروژه است. شکل (۲)، فرایند تخصیص کمی ریسک در مدل پیشنهادی را ارائه می‌کند.

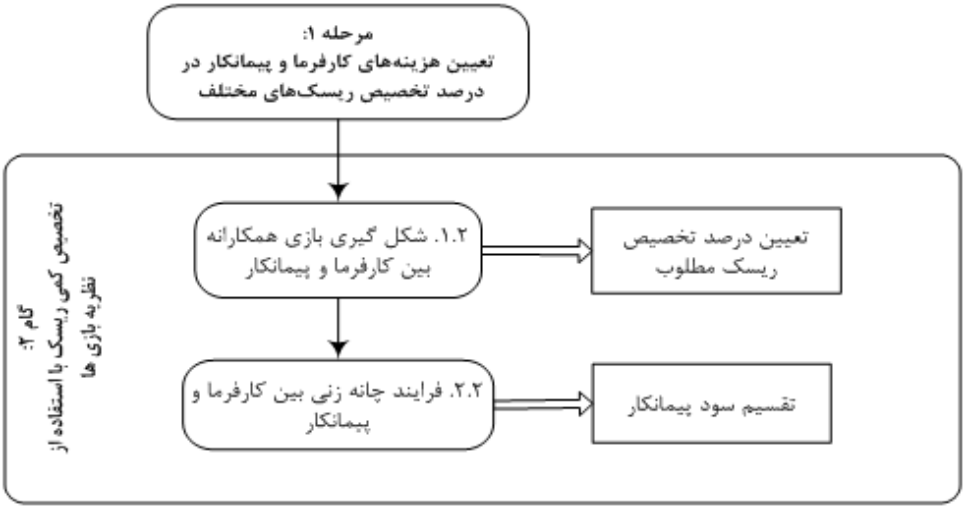
۹- تخصیص کمی ریسک با روش پویایی سیستم و تعیین ورودهای مورد نیاز برای بازی همکارانه چانه‌زنی

به منظور تخصیص کمی ریسک با استفاده از مدل بازی همکارانه- چانه‌زنی، می‌بایست ابتدا هزینه های دو عامل کارفرما و پیمانکار در درصدهای مختلف تخصیص ریسک تعیین گردد . برای این منظور از نتایج یکی از تحقیقات انجام شده قبلی در زمینه تخصیص کمی ریسک که با روش پویایی سیستم انجام شده، استفاده گردیده است [۲].

مدل پویایی سیستم توسعه داده شده در تحقیق انجام شده قبلی، بر روی یک پروژه احداث خط لوله نفت به طول ۱۵۰ کیلومتر پیاده شده است. پیش بینی مدت تکمیل این پروژه ۹۴۰ روز و میزان حق الزحمه پرداختی به پیمانکار احداث خط لوله ۶۵۰ دلار بازای هر کیلومتر بوده است. در این پروژه نمونه، تحلیل هزینه ها و تخصیص کمی ریسک برای ریسک تورم به عنوان یکی از مهم ترین ریسک های تاثیرگذار و قابل تقسیم بین کارفرما و پیمانکار، انجام شده است.

همانطور که در جدول (۱) دیده می شود، در درصدهای تخصیص ریسک بالا به کارفرما، هزینه های این عامل به دلیل پذیرش اکثریت مسئولیت ناشی از ریسک تورم افزایش می یابد. در درصدهای تخصیص ریسک پایین به کارفرما نیز هزینه کارفرما افزایش خواهد یافت . چرا که در این حالت اگرچه اکثریت مسئولیت ریسک به پیمانکار منتقل شده اما به دلیل این تخصیص ریسک یکجانبه، پیمانکار با سیاست‌های تدافعی سعی در جبران هزینه داشته و هزینه‌های کارفرما به صورت غیرمستقیم افزایش می‌یابد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲: فرایند تخصیص کمی ریسک در مدل پیشنهادی

جدول ۱: هزینه‌های کارفرما و پیمانکار در درصدهای تخصیص ریسک مختلف (دلار)

ریسک تخصیصی به کارفرما	هزینه‌های کارفرما	هزینه‌های پیمانکار	جمع هزینه‌های کارفرما و پیمانکار
%0	122172000	121344000	243516000
%5	121677000	120133000	241810000
%10	119223000	118615000	237838000
%15	119107000	117828000	236935000
%20	119003000	116821000	235824000
%25	117110000	115217000	232327000
%30	117108000	114294000	231402000
%35	116680000	113027000	229707000
%40	116640000	111973000	228613000
%45	116072000	110824000	226896000
%50	116222000	109496000	225718000
%55	117222000	108408000	225630000
%60	117266000	107133000	224399000
%65	118141000	106006000	224147000
%70	118619000	104828000	223447000
%75	118801000	103601000	222402000
%80	119181000	102334000	221515000
%85	119876000	101171000	221047000
%90	120239000	99959100	220198100
%95	120962000	98768400	219730400
%100	121626000	97552000	219178000

همانطور که دیده می‌شود در درصد تخصیص ریسک ٤٥ درصد برای کارفرما، این دو هزینه به تعادل رسیده و حداقل هزینه کارفرما اتفاق افتاده است. با حرکت از درصد تخصیص ریسک صفر درصد به سمت درصد تخصیص ری سک صد درصد، به دلیل افزایش در میزان مسئولیت در قبال پیامدهای ناشی از ریسک تورم، هزینه‌های پیمانکار به صورت خطی افزایش می‌یابد.

تابع هدف تخصیص کمی ریسک در این مدل کمینه کردن هزینه های کارفرماست. بنابراین ریسک تخصیصی به کارفرما $R_O = ٪٤٥$ و به پیمانکار $R_C = ٪٥٥$ است.

Archive of SID
www.SID.ir

۱۰- شکل‌گیری بازی همکارانه بین کارفرما و پیمانکار و تعیین درصد تخصیص ریسک مطلوب

تابع هدفی که در تحقیق انجام شده قبلی با روش پویایی سیستم در نظر گرفته شده، بر اساس حداقل کردن هزینه های کارفرما است . بنابراین این تخصیص ریسک تنها خواسته های کلوفرما را برآورده نموده و منافع پیمانکار را در نظر نمی گیرد. برای غلبه بر این مشکل، در این تحقیق مدل تخصیص ریسک با روش بازی‌های همکارانه – چانه‌زنی پیشنهاد شده است. همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، بهترین درصد تخصیص ریسک برای رسیدن به تخصیص ریسک منصفانه، بی طرفانه و در نتیجه مطلوب برای کارفرما و پیمانکار، نقطه ای است که در آن درصد ریسک تخصیصی به کارفرما ۱۰۰ درصد و به پیمانکار صفر درصد است . زیرا در این درصد تخصیص ریسک، مجموع هزینه‌های کارفرما و پیمانکار و در نتیجه هزینه‌های اجرای پروژه با در نظر داشتن ریسک تورم، حداقل است.

البته کاهش در مجموع هزینه‌ها و یا افزایش مجموع منافع، به معنای افزایش توامان منافع کارفرما و پیمانکار نیست . در این خصوص پیمانکار و کارفرما در صورتی تخصیص ریسک قبلی (٤٥ درصد به کارفرما و ۵۵ درصد به پیمانکار) را نادیده می گیرند که از کا هش هزینه‌هایشان در درصد تخصیص ریسک جدید (۱۰۰ درصد به کارفرما و صفر درصد به پیمانکار) اطمینان داشته باشند. جدول (۲) نشان می‌دهد که تخصیص ریسک جدید برای پیمانکار سودمند است . از سوی دیگر و بر اساس جدول (۳)، این درصد تخصیص ریسک، هزینه بیشتری را به کارفرما تحمیل می کند.

جدول ۲: مقایسه هزینه‌های پیمانکار در دو رویکرد تخصیص ریسک

هزینه پیمانکار ($)	ریسک تخصیصی به پیمانکار (٪)
۹۷۵۵۲۰۰۰	۰
۱۱۰۸۲٤۰۰۰	۵۵

بدون شک پیمانکار این تخصیص ریسک را ترجیح می‌دهد اما کارفرما در صورتی این تخصیص ریسک را خواهد پذیرفت که هزینه‌های او نسبت به حالت قبل کمتر شود . در حقیقت کارفرما به این نکته واقف است که در تخصیص ریسک جدید منافعی وجود دارد اما باید شرایط به گونه‌ای مهیا شود تا منافع هر دو عامل پیمانکار و کارفرما همزمان افزایش یابد . پیمانکار به کارفرما این پیشنهاد را ارائه می‌کند تا با شرکت در یک بازی همکارانه، درصد تخصیص ریسک جدید (۱۰۰ درصد به کارفرما و صفر درصد به پیمانکار) را بپذیرد، اما برای جبران هزینه‌هایش، در سودی که نصیب پیمانکار می شود شراکت داشته باشد. کارفرما با پذیرش این پیشنهاد برای تعیین سهمش از میزان سود، با پیمانکار وارد چانه زنی می‌شود.

جدول ۳: مقایسه هزینه‌های کارفرما در دو رویکرد تخصیص ریسک

هزینه کارفرما ($)	ریسک تخصیصی به کارفرما (٪)
۱۱٦۰۷۲۰۰۰	٤۵
۱۲۱٦۲٦۰۰۰	۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- فرایند چانه‌زنی بین کارفرما و پیمانکار و تقسیم سود پیمانکار (C_s)

هنگام انعقاد قرارداد، کارفرما دارای قدرت چانه‌زنی بالاتری است. در این مدل، ارائه نخستین پیشنهاد دارای مزیت‌هایی است [۲۷]. قاعدتا کارفرما نخستین پیشنهاد را ارائه می‌کند. میزان سود پیمانکار برابر است با:

$$C_s = C_{C_{\٪۱۰۰}} - C_{C_{\٪۰}} = ۱۳۲۷۲۰۰۰\ \$ \quad (۲۱)$$

برای تعیین سهم کارفرما و پیمانکار، ارزش زمان برای هر دو عامل کارفرما و پیمانکار باید تعیین شود . بدین منظور این فرضیات در نظر گرفته می‌شود: $r_O = ٪۱۰$ و $r_C = ٪۲۰$ که به ترتیب نشان دهنده ارزش زمان برای کارفرما و پیمانکار است . تفاوت در ارزش زمانی بازیکنان به دلیل بیشتر بودن قدرت چانه‌زنی کلوفرما است. عامل تنزیل برای کارفرما و پیمانکار به ترتیب برابر است با:

$$\delta_O = \frac{۱}{۱+r_O} = \frac{۱}{۱+۰.۱} = ۰.۹۱ \quad (۲۲)$$

$$\delta_C = \frac{۱}{۱+r_C} = \frac{۱}{۱+۰.۲} = ۰.۸۳۳ \quad (۲۳)$$

با دادن این داده‌های ورودی به معادلات ۱۹ و ۲۰، نتایج زیر حاصل می‌شود:

$$S_O = \frac{(۱-\delta_c)\times C_s}{(۱-\delta_o\delta_c)} \quad (۲٤)$$

$$S_o = ۰.٦۹ \times ۱۳۲۷۲۰۰۰ = ۹۱۵۷٦۸۰\ \$ \quad (۲۵)$$

$$S_C = \frac{\delta_c(۱-\delta_o)\times C_s}{۱-\delta_o\delta_c} \quad (۲٦)$$

$$S_C = ۰.۳۱ * ۱۳۲۷۲۰۰۰ = ٤۱۱٤۳۲۰\ \$ \quad (۲۷)$$

S_o و S_c به ترتیب سهم کارفرما و پیمانکار از میز ان سود پیمانکار است. پس از پایان چانه‌زنی، هزینه کارفرما در تخصیص ریسک ۱۰۰ درصد برابر است با:

$$C_o = C_{o_{\٪۱۰۰}} - S_o \quad (۲۸)$$

$$C_o = ۱۲۱٦۲٦۰۰۰ - ۹۱۵۷٦۸۰ = ۱۱۲٤٦۸۳۲۰\ \$ \quad (۲۹)$$

همچنین هزینه پیمانکار در تخصیص ریسک صفر درصد برابر است با:

$$C_c = C_{c_{\٪۰}} + S_c \quad (۳۰)$$

$$C_c = ۹۷۵۵۲۰۰۰ + ۹۱۵۷٦۸۰ = ۱۰٦۷۰۹٦۸۰\ \$ \quad (۳۱)$$

جداول شماره ٤ و ۵، هزینه‌های کارفرما و پیمانکار را در تخصیص ریسک به روش‌های پویایی سیستم و نظریه بازی‌ها به صورت مقایسه‌ای نشان می‌دهد. با مشاهده این جداول دیده می‌شود که هزینه‌های کارفرما و پیمانکار در روش نظریه بازی های پیشنهادی در مقایسه با روش پویایی سیستم کاهش یافته است . در فرایند چانه زنی هر آنچه از مازاد سود نصیب پیمانکار شود، هزینه این عامل نسبت به حالت قبل کاهش می‌یابد. اما این درصد تخصیص ریسک تنها در صورتی برای کارفرما سودمند است که حداقل ٤۱.۸۵٪ از سود مازاد نصیب او شود.

Archive of SID

www.SID.ir

در این پروژه، درصد ریسک تخصیصی به کارفرما ۱۰۰ درصد و به پیمانکار صفر درصد است و پیمانکار متعهد می شود مبلغ ۹۱۵۷۶۸۰ دلار به کارفرما پرداخت نماید.

جدول ٤: مقایسه هزینه‌های کارفرما در تخصیص ریسک به روش‌های پویایی سیستم و نظریه بازی‌ها

هزینه کارفرما ($)	ریسک تخصیصی به کارفرما (٪)	مرحله تخصیص	روش تخصیص کمی ریسک
۱۱۶۰۷۲۰۰۰	٤٥	-	روش پویایی سیستم
۱۲۱۶۲۶۰۰۰	۱۰۰	شکل‌گیری بازی همکارانه	روش نظریه بازی‌ها
۱۱۲٤٦۸۳۲۰	۱۰۰	پس از فرایند چانه‌زنی و تقسیم سود مازاد	

جدول ٥: مقایسه هزینه‌های پیمانکار در تخصیص ریسک به روش‌های پویایی سیستم و نظریه بازی‌ها

هزینه پیمانکار ($)	ریسک تخصیصی به پیمانکار (٪)	مرحله تخصیص	روش تخصیص کمی ریسک
110824000	55	-	روش پویایی سیستم
97552000	0	شکل‌گیری بازی همکارانه	روش نظریه بازی‌ها
106709680	0	پس از فرایند چانه‌زنی و تقسیم سود مازاد	

۱۲- نتیجه‌گیری

تخصیص یکجانبه ریسک که در آن کارفرما به دنبال واگذاری مسئولیت تمامی ریسک ها به پیمانکار است، سبب اتخاذ سیاست‌های تدافعی از سوی پیمانکار نظیر کاهش کیفیت، افزایش ادعاها و طراحی محافظه کارانه می گردد که موجب افزایش زمان و هزینه اجرای پروژه خواهد شد. تخصیص کمی ریسک برای غلبه بر مشکل تخصیص یکجانبه ریسک توسعه داده شده که در آن سهم هر یک از دو عامل کارفرما و پیمانکار از ریسک‌های قابل تقسیم تعیین می‌شود. در این تحقیق از نظریه بازی‌ها که فضای واقعی موجود در فضای مذاکره برای تخصیص کمی ریسک را مدل سازی می‌کند، برای تعیین درصد مطلوب تخصیص ریسک استفاده گردیده است. مدل بازی همکارانه–چانه زنی ارائه شده، علایق و منافع کارفرما و پیمانکار را در نظر گرفته و طرفین قرارداد را به نقطه ای منحصر بفرد می‌رساند که مطلوبیت تمام این عوامل در آن وجود دارد . به منظور تخصیص کمی ریسک با استفاده از این روش، می بایست ابتدا هزینه های دو عامل کارفرما و پیمانکار در درصدهای مخ تلف تخصیص ریسک تعیین گردد . برای این منظور از نتایج یکی از تحقیقات انجام شده قبلی در زمینه تخصیص کمی ریسک که با روش پویایی سیستم انجام شده، استفاده گردیده است . همکاری کارفرما و پیمانکار در درصد تخصیص ریسکی شکل می گیرد که در آن مجموع هزینه های کارفرما و پیمانکار و در نتیجه هزینه های اجرای پروژه با در نظر داشتن ریسک تورم، حداقل است. مرحله چانه‌زنی، تکمیل کننده فرایند تخصیص کمی ریسک و مشخص کننده سهم هر یک از دو عامل کارفرما و پیمانکار از سودی است که با همکاری بین این دو عامل، نصیب پیمانکار شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

برای نشان دادن قابلیت‌های مدل پیشنهادی، درصد تخصیص ریسک بین کارفرما و پیمانکار، برای ریسک تورم در یک پروژه نمونه تعیین گردیده است. ریسک تخصیص یافته به کارفرما ۱۰۰ درصد تعیین می شود که در آن هزینه هر دو عامل کارفرما و پیمانکار در مقایسه با روش پویایی سیستم کاهش می‌یابد. مدل بازی همکارانه- چانه زنی برای تخصیص کمی ریسک، روشی را ارائه می کند که معیار مطلوبیت نظیر کارایی و بی طرفی را برآورده می‌کند.

۱۳- مراجع

[1] عبدلی، قهرمان، **نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن، تهران**، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.

[2] رضایی، مهدی، **تخصیص بهینه کمی ریسک با استفاده از رویکرد پویایی سیستم**، کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ۱۳۸۹.

[3] Nasirzade, F ,.Afshar, A., and Khanzadi, M) ,.2008" ,(*Dynamic risk analysis in construction projects* ,"Can. J. Civ. Eng., pp. 820.

[4] Project Management Institute PMI, (2008) ,*A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* ,Project Management Institute, New town Square.

[5] Lam, K.C., Wang D., Lee, P.T.K., Tsang, Y.T., (2007"), *Modelling risk allocation decision in construction contracts* ,"Int. J. project management, pp. 485-486.

[6] Pipattanapiwong ,J., (2004)*"* ,*Development of Multi-party Risk and Uncertainty Management Process for an Infrastructure Project* , *"*P.H.D Thesis, Kochi University of Technology, pp. 37.

[7] Fisk, R. E ,.1997*"* ,*Construction Project Administration* , *"*5ed ,.Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

[8] Levitt, R. E ,.Logcher, R. D., Ashley, D. B., (1980)*"Allocating Risk and Incentive in Construction* , *"*Journal of the Construction Division.

[9] Loosemore, M ,.and McCarthy C. S., (2008)*"* ,*Perceptions of Contractual Risk Allocation in Construction Supply Chains* , *"*Journal of professional issues in engineering education and practice, pp. 95.

[10] Yamaguchi ,H., Uher, T. E ,.and Runeson, G ,.(2001)*"RISK allocation in PFI projects* , *"*Proceedings of17 th ARCOM Annual Conference. University of Salford, UK.

[11] Wang ,M, T., and Chou, H,Y, (2003)*"Risk allocation and risk handling of highway projects in Taiwan* , *"*Journal of management in engineering.

[12] Bing, L ,.Akintoye, A., Edwards, P.J., Hardcastle, C., (2005)*"The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK* , *"*International Journal of Project Management.

[13] Abednego ,M. P., Ogunlana, S.O., (2006)*"Good project governance for proper risk allocation in public–private partnerships in Indonesia* , *"*International Journal of Project Management.

[14] Ng ,A., Loosemore, M., (2007)*"Risk allocation in the private provision of public infrastructure* , *"*International Journal of Project Management, pp .69.

[15] El-Sayegh ,S. M., (2008)*"Risk assessment and allocation in the UAE construction industry* , *"*International Journal of Project Management.

[16] Medda ,F., (2007)*"* ,*A game theory approach for the allocation of risks in transport public private partnerships* , *"*International Journal of Project Management.

[17] Ping Ho, S ,.(2006)*"Model for Financial Renegotiation in Public-Private Partnership Projects and Its Policy Implications: Game Theoretic View* , *"*J. Constr. Eng. Manage., pp. 679.

[18] Madani, K., (2009)*"* ,*Game theory and water resources* , *"*Journal of Hydrology, pp. 1.

[19] Binmore, K ,.Rubinstein, A., and Wolinsky, A. (1986)*"The Nash bargaining solution in economic modelling* , *"*Rand Journal of Economics., 176-188.

[20] Nash, J. F .(1950)*"The bargaining problem* , *"*Econometrica, 155-162.

[21] Osborne, M. J ,.and Rubinstein, A. (1998)*"A course in game theory* , *"*MIT press, Massachusetts, England.,1/352-1/117.

[22] Perng,Y.H ,.Chen, S. J., Lu, H. J. (2005)*"Potential benefits for collaborating formwork subcontractors based on co-operative game theory* , *"*Building and Environment.,244-239/240.

[23] Parrachino, I ,.Zara, S., and Patrone, F. (2006)*"Cooperative Game theory and it's application to natural, environmental and water resource issues* , *"*P.3.

[24] Nash, J. F .(1951)"*Non-cooperative Games* , *"*Annals of mathematics.,295-286/286 .

[25] Shen, L. Y ,.Bao, H. J., Wu, Y. Z., and Lu, W. S., (2007)*"Using Bargaining-Game Theory for Negotiating Concession Period for BOT-Type Contract* , *"*J. Constr. Eng. Manage., pp. 387.

Archive of SID

www.SID.ir

[26] Harsanyi, J ,.(1956)" ,*Approaches to the bargaining problem before and after the theory of the games: A critical discussion of Zeuthen's, Hick's, and Nash's theories* , "Econometrica.

[27] Kalai, E ,.Smorodinsky, M. (1975)"*Other Solutions to Nash's Bargaining problem* , "Econometrica., 513-518.

[28] Rubinstein, A ,.(1982)" .*Perfect equilibrium in a bargaining model* , "Econometrica ,.97-109.

[29] Fishburn ,P.C., Rubinstein, A., (1982)"*Time preference* , "International economic review ,.694-677.

Archive of SID

www.SID.ir