

الگوی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران در پروژه‌های پتروشیمی؛ رویکرد تکنیک-

های تصمیم‌گیری - تکنیک بردا

یحیی زارع مهرجردی^۱، حجت الله مؤمنی^۲، شاهین برقی^۳

^۱ استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه یزد

^۲ و ^۳ کارشناس ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد

چکیده

اداره یک سازمان نیازمند حل مسائل و عملیاتی نمودن طرح های خود از طریق برنامه ریزی و اتخاذ تصمیمات، سازماندهی و به کارگیری ترکیب قابل قبول و مطلوبی از نیروی انسانی و امکانات مادی است. در به کارگیری نیروهای برون سازمانی، پیمانکاران به عنوان جزء لاینفک و بسیار مهم در فرایند اجرای پروژه‌ها مطرح می‌گردند. انتخاب پیمانکاران در پروژه های ساخت و نصب، یکی از عرصه های مهم تصمیم گیری در شرکت های پتروشیمی را تشکیل می دهد که دارای شرایط تصمیمات چند معیاره هستند. نتایج این تصمیمات اثر مهمی بر اجرای پروژه از لحاظ زمانی، کیفیت و هزینه (با توجه به هزینه استهلاک و خوابیدگی سرمایه و ضرر ناشی از عدم تکمیل و تحویل به موقع پروژه) می گذرد و در بعضی مواقع، امکان توجیه اقتصادی پروژه را در بر دارد. با اولویت‌بندی معیارهای تعیین‌کننده و اثرگذار در تصمیم‌گیری، انتخاب پیمانکار انجام و تعیین مستندات منطقی علمی یک سیستم پشتیبانی از تصمیمات حاصل می شود، به گونه ای که با هر گونه جابجایی در سطوح مدیریت، این معیارها، اولویتها و استانداردها برای تصمیم گیری مدیران ارشد اثرگذار بمانند. در این پژوهش، با استفاده از رویکرد MCDM، معیارهای شناسایی شده در رتبه‌بندی پیمانکاران پروژه های پتروشیمی مورد بررسی قرار گرفته و با طرح پرسشنامه‌ای، مؤثرترین معیارها در این زمینه شناسایی گردید. سپس، با استفاده از پرسشنامه دیگری، نظریات خبرگان (حاوی اطلاعات کلی یک مناقصه شامل پروژه و ۵ پیمانکار شرکت‌کننده در آن) جمع آوری شد و با به کارگیری تکنیک های تاپسیس و بردا، ارزیابی انجام گرفت و برترین پیمانکار بعنوان برنده مناقصه معرفی گردید. در نهایت، فرآیند تصمیم گیری به همراه راهکارهایی برای به کارگیری این روش و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، پیمانکار، کارفرما، پروژه، مناقصه، رتبه‌بندی و انتخاب.

مقدمه

اداره یک سازمان و حل مسائل مختلف آن، نیازمند مدیریت، سازماندهی سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی منطقی و واقع‌بینانه است. فقدان هر یک از این امور مشکلات و معضلات زیادی را به وجود می‌آورد که حل آن‌ها بسیار سخت و بعضاً غیرممکن می‌شود. زیرا سازماندهی و برنامه‌ریزی مناسب قادر است ترکیب قابل قبول و مطلوبی از نیروی انسانی و امکانات مادی را برای پاسخگویی به نیازها و حل مشکلات ارائه نماید.

یکی از مهمترین کارهایی که در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای اجرای پروژه‌های به نحو مطلوب می‌توان انجام داد انتخاب پیمانکار مناسب برای اجرای این پروژه‌هاست. در واقع، پیمانکاران به عنوان جزء لاینفک بسیار مهم هستند در فرایند پروژه‌ها مطرح می‌گردند. آن‌ها در واقع، تأمین‌کننده عمده خدمات و تجهیزات موردنیاز پروژه‌ها هستند. در هر زمینه از پروژه‌های مختلف، تعدادی از پیمانکاران وجود دارند که به صورت بالقوه، دارای شرایط و توانایی‌های لازم جهت انجام پیمان هستند، اما مسأله در اینجا بروز می‌کند که کدام پیمانکار باید انتخاب گردد.

در مورد با ارزیابی پیمانکاران، باید به یک نکته مهم توجه کرد و آن اینکه معمولاً برای اتخاذ هر تصمیمی، تصمیم‌گیرندگان، معیارها یا شاخص‌هایی را مدنظر قرار می‌دهند. چنانچه این معیارها کمی باشند و بتوان آن‌ها را در قالب اعداد و ارقام بیان کرد، روش‌های متنوع ریاضی برای حل آن‌ها وجود دارد ولی اگر این معیارها و محدودیت‌ها کیفی باشند، دیگر به سادگی نمی‌توان از روش‌های ریاضی و کمی استفاده نمود و روش خاص خود را می‌طلبید.

در مسأله ارزیابی و انتخاب پیمانکاران، مشاهده می‌شود که معیارهای تصمیم‌گیری هم کمی و هم کیفی هستند که در بعضی موارد، نیز هم‌واحد نیستند (اصغرپور، ۱۳۷۷).

بنابراین در برخورد با این مساله، می‌بایست به دنبال گزینه‌ای بود که بیشترین مزیت را برای معیارها داشته باشد. این روش‌های تصمیم‌گیری به روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه معروفند که امروزه به لحاظ تنوع تکنیک و نیز به واسطه توانایی حل مسایل منحصر به فرد از کاربرد وسیعی برخوردار گردیده‌اند.

بیان مسأله

به علت تنوع و تعدد پیمانکارانی که بالقوه، دارای شرایط و توانایی‌های لازم جهت انجام پیمان و پروژه هستند، مساله مهم آن است که کدام پیمانکار باید انتخاب گردد. پس بناچار، باید ابتدا پیمانکاران را ارزیابی، رتبه‌بندی و پس از آن انتخاب نمود تا اجرای پروژه به بهترین نحو، تضمین گردد.

عدم توجه به این مهم باعث می‌شود که اجرای پروژه از لحاظ زمانی طولانی‌تر، با کیفیت پایین‌تر و هزینه بالاتر (با توجه به هزینه استهلاک و خوابیدگی سرمایه و ضرر ناشی از عدم تکمیل و تحویل به موقع پروژه) انجام پذیرد. همچنین، در بعضی مواقع، امکان بروز عدم توجیه اقتصادی پروژه نیز وجود دارد.

به طور متوسط، حدود ۱۵٪ از تولید ناخالص ملی در جهان صرف اجرای پروژه‌ها می‌گردد و حدود ۱۰٪ از اقتصاد جهانی در این صنعت جریان دارد. از آنجا که حجم بسیار قابل ملاحظه صنعت، پروژه‌های عمرانی است، اهمیت آن در اقتصاد جهانی کاملاً مشهود است (سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۸).

از طرف دیگر، در اقتصاد توسعه، از آنجا که سرمایه‌گذاری‌های دولت صرف گسترش ظرفیت‌های تولیدی، زیربنایی و به طور کلی زیرساخت‌ها می‌شود، پروژه، لبه بُرنده و کارساز توسعه هر کشور تلقی می‌شود، اما شرط لازم این است که هزینه‌های عمرانی دولت، از یک سو صرف اجرای پروژه‌های مناسب و ارزیابی شده گردد و از سوی دیگر این پروژه‌ها برای اجرا به پیمانکار مناسب سپرده شود.

با توجه به اهمیت مطالب ذکر شده باید به گونه ای مانع از دست رفتن سرمایه‌های کشور شد که بخشی از آن از طریق شرکت‌های پتروشیمی، به عنوان یکی از بازوهای عملیاتی دولت هزینه می‌شود.

این تحقیق با تعیین شاخصها، معیارهای صحیح و عوامل مؤثر انتخاب پیمانکار، تعیین رابطه کمی (ریاضی) بین معیارها و شاخصها، تجزیه و تحلیل سیستماتیک و نهایتاً الگوی رتبه‌بندی در زمینه ارزیابی و انتخاب پیمانکار را ارائه می‌دهد. با به کارگیری نتایج حاصل از این تحقیق که بر مبنای دخالت و مشارکت آراء و نظرات خبرگان سیستم در تصمیم‌گیریها انجام می‌شود، می‌توان از سلیقه ای شدن تصمیمات اجتناب نمود. علاوه بر این، با اولویت‌بندی معیارهای تعیین‌کننده و اثرگذار در تصمیم‌گیری، انتخاب پیمانکار و تعیین مستندات منطقی علمی یک سیستم پشتیبانی از تصمیمات حاصل می‌شود به گونه ای که تصمیم‌گیری برای مدیران ارشد با هر گونه جابجایی در سطوح مدیریتی، این معیارها، اولویتها و استانداردها اثرگذار بمانند.

ارزیابی و انتخاب پروژه ها

اغلب مسائل در دنیای واقعی، دارای معیارهای سنجش متفاوت، متضاد و چندگانه‌اند و چنانچه در تصمیم‌گیری، عوامل کیفی متعدد و متضاد مورد ارزیابی قرار گیرند و راهکارهای مناسب از بین چند گزینه انتخاب شوند، این نوع تصمیم‌گیری را تصمیم‌گیری‌های چند معیاره گویند. به عبارت دیگر، به اتخاذ تصمیم در حضور معیارهای متعدد و معمولاً متناقض اطلاق می‌گردد که راه حل مسائل MCDM، یا طراحی بهترین Alternative و یا انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های عددی است که از قبل مشخص شده‌اند و مراحل آن شامل طراحی یا جستجو برای الترناتیوی است که با در نظر گرفتن همه معیارهای موجود جذاب‌ترین و جالب‌ترین گزینه خواهد بود (اصغر پور، ۱۳۷۷).

تکنیک تاپسیس در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ^۱ و یون^۲ ارائه گردید. در این روش m عامل یا گزینه به وسیله فرد یا گروهی از افراد تصمیم گیرنده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که هر عامل انتخابی باید کمترین فاصله را با عامل ایدآل مثبت (مهم‌ترین) و بیشترین فاصله را با عامل ایدآل منفی (کم اهمیت‌ترین عامل) داشته باشد. به عبارت دیگر در این روش میزان فاصله یک عامل با عامل ایدآل مثبت و منفی سنجیده شده و این خود معیار درجه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل است (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۱).

با توجه به اینکه قسمت عمده‌ای از بودجه سالیانه صرف برنامه‌های عمرانی در کشور می‌شود، اجراچنین پروژه‌هایی نیاز به مطالعه از جنبه‌های مختلف دارد تا با تصمیم‌گیری به موقع و برنامه‌ریزی، تکمیل پروژه‌ها بر اساس زمان و منابع پیش‌بینی شده انجام گیرد. در همین راستا از جنبه‌های مختلف مطالعات زیادی در زمینه طرح‌های عمرانی و استفاده از تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه صورت گرفته است ولی در خصوص رتبه‌بندی پیمانکاران لزوم تحقیقاتی بیشتری احساس می‌شود.

از عمده‌ترین تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته می‌توان به‌گزارش بررسی و رفع علل افزایش هزینه طرح‌های عمرانی، سیستم‌های مختلف اجرایی پروژه و پیشنهاد نحوه انتخاب سیستم بهینه برای اجرای طرح‌های عمرانی کشور، بررسی مشکلات اجرایی طرح‌های عمرانی در دستگاه‌های دولتی، تیم‌سازی در پروژه‌های احداث و ایمنی در پروژه‌های احداث اشاره نمود.

فنون و روش‌های ریاضی برنامه‌ریزی اگرچه جوابی بهینه را ارائه می‌نماید، اما تحت شرایط و مفروضات خاصی، از این نوع توانایی برخوردار هستند. این دسته از فنون نیازمند اطلاعات اولیه دقیق و قطعی می‌باشند که در مسائل واقعی، امکان تهیه این

۱. Hwang.

۲. Yoon.

اطلاعات یا فراهم نیست و یا با صرف هزینه بالا میسر می‌گردد. از طرف دیگر، در این روش‌ها، در نظر گرفتن تمامی ابعاد و جنبه‌های مسأله امکان‌پذیر نیست، بلکه جنبه‌هایی که حالت کمی داشته باشند لحاظ شده و سنجش و ارزیابی آن‌ها مقرون به صرفه است.

از این رو، در حالت کلی، بسیاری از متغیرها و شرایط تأثیرگذار که حالت کیفی دارند را نمی‌توان در آن‌ها منظور نمود. در حالی که روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قادر به در نظر گرفتن شرایط و متغیرهای کیفی و کمی مسأله به‌طور همزمان بودن و حتی در تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان در سطوحی مختلف مسأله را کالبدشکافی کرد. به همین دلیل این تکنیک‌ها کاربرد و گسترش چشمگیری یافته‌اند.

در تحقیقی با بررسی دلایل به خدمت‌گیری پیمانکاران عنوان شده که تخصصی شدن فعالیت‌ها و خدمات باعث شده است تا اکثر شرکت‌ها مایل باشند کارهای مختلف خود را به شرکت‌های دیگر بسپارند. شرکت‌هایی که محصولات پیچیده تولید می‌کنند (مانند شرکت‌های خودروساز) ناگزیرند تمام یا بخشی از قطعات زیرمجموعه‌های خود را به شرکت‌های دیگر واگذار کنند. این شرکت‌ها در واقع پیمانکاران شرکت اصلی هستند. ارزیابی و انتخاب پیمانکار (پیمانکاران) مناسب یکی از مسائل بسیار مهمی است که اگر در آن دقت شود، از بروز مسائل و مشکلات زیادی در آینده جلوگیری خواهد کرد. (فداکار، شهرام، ۱۳۷۶)

پیمانکاران پروژه‌های عمرانی ممکن است بر اساس عباراتی چون زمان، هزینه و کیفیت کار مورد سنجش قرار گیرند و صاحبان پروژه‌ها، همواره تحت فشار بوده‌اند تا بهترین پیمانکار را برای اجرای پروژه انتخاب کنند. در ارزیابی پیمانکاران روش‌های تجزیه و تحلیل‌های چندشاخصه، رگرسیون چندگانه، تجزیه و تحلیل‌های خوشه‌ای، و تئوری مجموعه‌های فازی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته‌اند (Holt, G. D. , ۱۹۹۸).

با بررسی این موضوع، در پژوهشی دیگر در ارتباط با برنامه‌ریزی منابع، متدهای MCDM به کار گرفته شده و بیان شده است این متدها باعث تشویق و جلب اعتماد بیشتر در تصمیم‌گیرندگان می‌شود (Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., ۱۹۹۵).

در تحقیقی دیگر در خصوص انتخاب پیمانکار پست‌های فشارقوی، به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عصبی، بیان شده است که با توجه به اهمیت انتخاب درست پیمانکارانی که مسئولیت احداث پست‌های فشارقوی به آن‌ها واگذار می‌گردد و نقش این امر در کاهش هزینه‌های مربوط به احداث و بهره‌برداری پست‌ها، در این پروژه با تعیین دقیق بافت هزینه‌های طول عمر مربوط به یک پست فشار قوی و مشخص کردن عوامل مؤثر بر هر یک از این اقلام هزینه‌ای، طریقه برآورد سطح هر یک از این هزینه‌ها برای کلیه پیشنهادهای ارائه شده به وسیله پیمانکاران شرکت کننده در ساختار احداث یک پست فشار قوی تعیین گردیده و با به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی همراه با شبکه‌های عصبی، روشی جهت انتساب مناسب‌ترین پیشنهاد (که از اندیس هزینه‌ای کل کوچکتری برخوردار است) تدوین گردیده و نهایتاً در یک مثال، روش مذکور جهت انتخاب پیمانکار پست فشار قوی به کار گرفته شده است. (جدیدی، ۱۳۷۳)

در تحقیقی به مساله انتخاب پیمانکار با استفاده از تئوری مطلوبیت چندگانه پرداخته شده است. در این تحقیق، یک تکنیک تجزیه تحلیل چندمعیاره برای انتخاب پیمانکار و ارزیابی مناقصه بر تئوری مطلوبیت مورد توجه قرار گرفته و به این نکته اشاره شده است که با وجود مطالعات بسیار در دو دهه اخیر در خصوص روش‌های انجام پروژه‌های عمرانی، هنوز توسعه و بهبود متناسبی در نرخ موفقیت این گونه پروژه‌ها رخ نداده است و در عوض، تاخیرهای وسیع در برنامه‌های زمانی و جداول برنامه‌ریزی، هزینه‌های اضافی، مشکلات جدی در کیفیت و تعداد فزاینده‌ای از مطالبات و دعاوی قضایی بوجود آمده است.

این موارد باعث شده است تا متخصصان در جستجوی تکنیک‌هایی برای انتخاب پیمانکار با استفاده از تئوری مطلوبیت چندگانه باشند. تکنیک پیشنهاد شده برای ارزیابی مناقصات در جایی که تضاد بین اهداف وجود دارد مناسب است. آنان همچنین، بیان نموده‌اند که از این روش، می‌توان برای انتخاب تجهیزات طرح‌های عمرانی، انتخاب مدیران پروژه‌ها، و مواردی از این قبیل استفاده نمود (Hatush, Skitmore, ۱۹۹۸)

در مقاله ای دیگر، یک متدولوژی نیازمندی محور را برای طبقه بندی پیمانکاران با توجه به توانایی های آنان جهت برآورده ساختن خواسته های کارفرمایان ارائه کرده است (Skitmore, Mills, ۱۹۹۹). در تحقیقی دیگر، ریسک های انتخاب پیمانکاران را بررسی و یک سیستم دانایی محور خبره را برای انتخاب سیستماتیک، هدفمند و استراتژیک پیمانکاران پیشنهاد کرده اند (Okoroh, Torrance, ۱۹۹۹). همچنین، کار تحقیقی دیگری، یک مدل ارزیابی چندمعیاره برای انتخاب پیمانکاران با در نظر گرفتن قیمت و مطلوبیت ارائه نموده است (Zavadskas, Vilytiene, ۲۰۰۶). در پژوهشی که برای بررسی انتخاب پیمانکار برای کارهای ساختمانی کوچک در هنگ‌کنگ پرداخته شده است. مکانیزم ساخت و نگهداری ساختمان‌ها بررسی شده و استخدام عامل یا نماینده مورد بحث قرار گرفته است و بیان نموده‌اند که با توجه به ساختمان‌های قدیمی و تعداد زیاد این ساختمان‌ها که عمر زیادی هم دارند، مسأله تعمیر و نگهداری این ساختمان‌ها امری حیاتی و مهم است، رویه معمول در انتخاب پیمانکار برای چنین مواردی انتخاب پیمانکار براساس حداقل قیمت می‌باشد تا در هزینه‌ها صرفه‌جویی صورت گیرد، ولی توجه به این نکته ضروری است که حداقل قیمت، لزوماً تحویل سریع و با کیفیت خوب کارها نیست؛ چیزی که بیشترین اهمیت را در کارهای تعمیرات و نگهداری دارد. آنان همچنین با بیان دو مطالعه موردی اینگونه نتیجه می‌گیرند که پروژه‌ای که فاقد یک روش مناسب برای انتخاب پیمانکار

باشد به مشکلات جدی برخورد خواهد کرد. در انتها، پیشنهاد شده است که مؤسسات مدیریتی خاص ساختمان، در این خصوص به کار گرفته شوند (Russel, J. S. and skibniewski, M. J., ۱۹۸۸).

در مقاله ای برای ارزیابی وضعیت پیمانکاران بر اساس عبارات توصیفی از اعداد فازی مثلثی و دوزنقه ای استفاده شده است و یک سیستم تصمیم گیری چند معیاره بر مبنای تئوری مجموعه فازی برای رتبه بندی پیمانکاران، پیشنهاد شده است. در مدل پیشنهادی، وزن فازی معیارها با استفاده از روش مجموع ساده وزین فازی برای رتبه بندی، به ارائه یک مثال عددی پرداخته است (رجائی و دیگران، ۱۳۸۷).

در پژوهشی دیگر علاوه بر شناسایی شاخصهای موثر بر انتخاب پیمانکار، میزان اهمیت و اولویت بندی شاخصهای مزبور با استفاده از مدل AHP در تصمیم گیری گروهی تعیین شده و نحوه استفاده از مدل AHP جهت انتخاب مناسب ترین پیمانکار بر اساس شاخصهای اولویت بندی شده در پروژه مؤسسه مالی و اعتباری شهرستان "لردگان" نشان داده شده است (حیدری و حیدری، ۱۳۸۷).

همچنین، در تحقیقی یک مدل چند معیاره اولیه ارائه شده است که بتواند با در نظر گرفتن همه ی عوامل کیفی و کمی موثر در ارزیابی پیمانکاران، بهترین پیمانکار را برای اجرای پروژه انتخاب نماید. در این مدل ۶ معیار کلی به عنوان معیارهای موثر در انتخاب یک پیمانکار در مناقصه ارائه شده است که بعضی از این معیارها شامل زیرمعیارهای خاص خود نیز هستند. در این تحقیق، روش چند شاخصه فازی با استفاده از شیوه ی متغیرهای بیانی برای رتبه بندی و انتخاب بهترین پیمانکار در مناقصه بکار گرفته شده است (رزمی و دیگران، ۱۳۸۶).

شیوه کنونی انتخاب پیمانکار برای پروژهها

ابتدا در کمیسیون مناقصات، براساس نیاز شرکت که می تواند یک نیاز ساخت، نصب، نظارت، خدماتی و سرویس دهی و غیره باشد یک پروژه تعریف می شود.

سپس برآورد هزینه صورت می‌گیرد و پس از آن از مرکز، بودجه درخواست می‌شود. پس از تأیید از سوی مرکز، اسناد مناقصه، با توجه به شرایط عمومی و خصوصی پیمان تنظیم شده و در روزنامه‌ای رسمی اعلام مناقصه منتشر می‌گردد. در تاریخ معینی که برای اعلام نتیجه برنده مناقصه در نظر گرفته می‌شود و در آن نمایندگان از واحدهای مهندسی عمومی، خدمات فنی، امور مالی، مدیریت، کمیسیون مناقصات حضور دارند.

در پاکت‌هایی که پیمانکاران تحویل می‌دهند رزومه شرکت، رضایت‌نامه‌هایی از کارفرمایان قبلی، اطلاعاتی در خصوص نیروی انسانی و ماشین‌آلات و اسناد مربوط به آن‌ها وجود دارد. پس از بازگشایی پاکت‌های مناقصه، پیمانکارانی که نزدیک‌ترین و کمترین قیمت را نسبت به برآورد هزینه‌ای که شرکت پتروشیمی داشته، به عنوان برنده انتخاب می‌گردد.

روند انجام مناقصات بر اساس حداقل قیمت، در کل دارای معایبی است که مزایای آن را تحت الشعاع قرار می‌دهد. این روش اگرچه پروژه را از هر گونه فشاری (سیاسی، اقتصادی، عمومی) محافظت می‌کند، به دلیل اینکه پارامتر تصمیم‌گیری، قیمت پیشنهادی است، ممکن است موجب بروز مشکلاتی در زمینه زمان، کیفیت، ایمنی و... گردد. بر این اساس، سیستم چندپارامتری مطرح گردید که علاوه بر هزینه اجرا، سایر عوامل دخیل در اجرای پروژه را در نظر گیرد.

سوالات پژوهشی تحقیق

- عوامل (معیارهای) موثر در ارزیابی و انتخاب پیمانکار پروژه‌ها کدام اند؟
- وزن هر یک از عوامل (معیارهای) موثر در ارزیابی و انتخاب پیمانکار در پروژه‌های پتروشیمی، چگونه است؟

روش پژوهش

این تحقیق از نوع تحقیق‌های کاربردی بوده که برای بررسی پیشینه موضوع از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی با تکنیک‌های مصاحبه و پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز استفاده شده است. با توجه به اینکه در این پژوهش عوامل موثر بر رتبه‌بندی پیمانکاران مورد شناسایی قرار گرفته، عمدتاً حالت اکتشافی و تحلیلی دارد، بدین معنا که ابتدا عوامل مورد نظر، شناسایی شده و سپس، وزن و اولویت آن‌ها با استفاده از مدل‌های MADM تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است

ابزار گردآوری داده‌ها و روایی^۱ و پایایی^۲ آن

اصولاً تبدیل پاسخ‌ها به داده‌ها بخش مهمی از فرآیند پژوهش علمی است. پژوهشگر برای تبدیل پاسخ‌ها به داده‌ها، یک وسیله اندازه‌گیری به کار می‌برد. (نادری، عزت‌اله، و سیف‌نراقی، مریم، ۱۳۷۲). در این زمینه، یک امر مسلم وجود دارد و آن این است که شما نمی‌توانید بدون داشتن داده‌های خوب نتایج خوبی به دست آورید (دلاور، علی، ۱۳۷۲).

شرط به دست آوردن داده‌های خوب به گونه‌ی کلی آن است که شیوه‌ی اندازه‌گیری دارای اعتبار و روایی کافی باشد (سرمد، زهرا و حجازی، الهه، و بازرگان، عباس، ۱۳۷۴).

جامعه‌آماری مورد بررسی در این پژوهش شامل کارکنان خبره و مدیران با توجه به نوع تخصص، تحصیلات و بخش مربوطه در شرکت پتروشیمیو نیز تعدادی از افراد تصمیم‌گیرنده شرکت ملی صنایع پتروشیمی است که به تعداد ۸ نفر با توجه به تخصص و صلاحیت مربوطه با میانگین خدمتی ۱۶ سال در شرکت پتروشیمی شناسایی و مشخص گردید. در این پژوهش، از طریق مراجعه مستقیم به جامعه

۱. Validity.

۲. Reliability.

آماري متخصصان و صاحبان فن در بخش‌های مختلف و مؤثر به جمع‌آوری اطلاعات از طریق مستندات مصاحبه و پرسشنامه پرداخته شده است. ضمن اینکه طرح پرسشنامه به تأیید صاحبان نظران و متخصصین موضوع رسیده است، با ارسال تعاریف و معنای اصطلاحات و واژه‌ها، بمنظور برداشت مفهومی یکسان برای تمامی پاسخ دهندگان می‌توان گفت که این ابزار از روایی محتوا برخوردار است (نادری، عزت‌اله، و سیف نراقی، مریم، ۱۳۷۲). بعلاوه، در مصاحبه با کارشناسان و خبرگان، تلاش شده است تا مصاحبه بر مبنای یک ساخت طراحی شده استوار باشد که بدست آوردن اطلاعات مهم را تضمین نماید. ضریب آلفای کرنباخ محاسبه شده در سطح آلفای ۱٪ برابر با ۸۵٪ است که اعتبار پرسشنامه را تأیید می‌نماید.

متدلوژی تحقیق

با بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق معلوم گردید که علاوه بر فاکتورهای کمی، فاکتورهای کیفی بسیار مهمی در رتبه‌بندی پیمانکاران دخیل هستند که بدون اعمال آنها مطلقاً دستیابی به بهترین پیمانکار امکان‌پذیر نخواهد بود. از این رو، ترجیحاً، باید از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و چندشاخصه استفاده نمود. مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، مدل‌هایی هستند که در دو دهه اخیر، مورد توجه محققین قرار گرفته است. این تکنیک‌ها و مدل‌ها کاربرد بسیار گسترده‌ای در تصمیم‌گیری‌های پیچیده، بخصوص هنگامی که معیارهای متعدد و گاه متضاد وجود دارند، پیدا نموده‌اند. (اصغرپور، ۱۳۸۳).

به طور کلی، مراحل محاسباتی تحقیق حاضر به دو قسمت تقسیم می‌شود. ابتدا شناسایی و انتخاب مهمترین معیارهای موثر بر رتبه‌بندی پیمانکاران و بعد تعیین وزن معیارهای کیفی موثر برگزیده و در نهایت حل آن. در وهله اول با طرح پرسشنامه‌ای، میزان تأثیر معیارهای شناسایی شده در رتبه‌بندی پیمانکاران را مورد

بررسی قرار داده و سپس با آزمون آمار ناپارامتری به مؤثرترین معیارها را مشخص نموده‌ایم. پس از شناسایی مؤثرترین معیارها، با طرح پرسشنامه دوم به تهیه اطلاعات در مورد معیارهای کیفی برگزیده شده از تحقیق میدان اول پرداخته‌ایم. در این مسأله که مناقصه یکی از شرکت پتروشیمی در نظر گرفته شده است، گزینه‌ها پیمانکارانی هستند که به صورت بالقوه، دارای توانایی جهت انجام پروژه پیمانکاری بوده، اسناد مناقصه را دریافت و پس از تکمیل به همراه سایر مدارک در مناقصه شرکت می‌کند.

تعیین معیارهای مؤثر بر رتبه‌بندی و انتخاب پیمانکاران در پروژه‌ها

نظریات تصمیم گیرندگان در رابطه با میزان اهمیت هر یک از این عوامل مؤثر بر رتبه‌بندی پیمانکاران توسط پرسشنامه‌ای با طیف پنج گزینه‌ای لیکرت جمع‌آوری شده است. این پرسشنامه مبتنی بر ۱۶ سؤال است. پس از توزیع و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و اخذ نظرات از جامعه آماری، به وسیله آزمون بردا، ۹ معیاری را که مهم‌تر از بقیه تشخیص داده شده بودند انتخاب و پرسشنامه دوم را برای خبرگان ارسال نمودیم.

معیارهای شناسایی شده

براساس نتایج حاصل از مرور ادبیات موضوع و بررسی‌ها و مصاحبه‌های انجام شده با کارشناسان امر، برخی از معیارهای شناسایی شده در جهت رتبه‌بندی و نهایتاً، انتخاب یک پیمانکار جهت اجرای پروژه به شرح ذیل هستند (آیین‌نامه طبقه بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، سازمان مدیریت و برنامه ریزی ۱۳۸۴، نظام نامه ارزشیابی پیمانکاران در شرکت خوارزمی بندر امام، ۱۳۸۲):

سابقه اجرایی در رشته و زمینه کار، داشتن تجهیزات و ماشین‌آلات آماده به کار و یا در دسترس، مدیریت کارآمد و سیستم مدیریتی مناسب، کفایت کادر فنی عناصر

کلیدی از نظر دانش و تجربه، قدرت مالی و پشتیبانی، بومی بودن پیمانکار و داشتن تجربه در محل اجرای پروژه، حسن سابقه در کارهای قبلی، خلاقیت و نوآوری‌ها در کارهای مشابه، نظام کیفی انجام کار.

البته، به منظور سهولت در انتخاب و گزینش پیمانکاران شرکت‌کننده در مناقصات و منظور نمودن عوامل مؤثر و مهمی چون کارایی و توان اجرایی ایشان، ضرورت دارد که قبل از برگزاری تشریفات مناقصه و انتخاب پیمانکار برنده، علاوه بر فاکتور قیمت پیشنهادی و عوامل فوق‌الذکر، به نکات دیگری چون: سابقه کار، انجام کارهای مشابه، سابقه در شرکت پتروشیمی (یا سازمان مربوط)، رتبه‌بندی شرکت، تحصیلات و سوابق مدیریت و سرپرست کارگاه، ارائه برنامه‌زمان‌بندی، مدت زمان پیشنهادی جهت ختم پروژه، چگونگی برآورد و تفکیک ریز قیمت، آشنایی با فهرست بها و ضرایب منطقه‌ای، تعداد ماشین‌آلات تحت مالکیت، توان مالی، تعداد نیروی انسانی متخصص، رضایت کارفرمایان قبلی، حسن شهرت، آشنایی به موقعیت منطقه از نظر وجود امکانات اجرایی، بومی بودن و ... توجه خاص داشته و با تخصیص امتیازات به هر بخش، امتیاز نهایی شرکت‌کنندگان محاسبه و مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

بدیهی است در چنین شرایطی قادر خواهیم بود سلامت کار را تضمین و پروژه را در زمان برنامه‌ریزی شده به انجام رسانیم. البته، معیارهای دیگری نیز همچون طبقه‌بندی مدارک کارگاهی و مستندسازی، پرداخت به موقع دستمزد عوامل کارگاهی و پیمانکاران جزء، رعایت ملاحظات زیست محیطی، رعایت دستورالعمل‌های ایمنی و حفاظتی کارگاه، سال تاسیس شرکت و قدمت آن، نحوه تکمیل و ارسال مدارک نیز شناسایی گردید، اما در مصاحبه با کارشناسان ۱۶ معیار که به نظر مهم‌تر از بقیه بودند انتخاب و پرسشنامه شماره ۱ با ۱۶ سوال برای خبرگان ارسال گردید. در ذیل به توضیح برخی معیارها می‌پردازیم.

جدول ۱ - برخی معیارهای انتخاب پیمانکار و نحوه اندازه‌گیری و سنجش آن‌ها

معیارهای انتخاب پیمانکار	نحوه اندازه‌گیری و سنجش
۱ قیمت پیشنهادی	مطابق آنچه که از سوی پیمانکار اعلام می‌گردد و برحسب ریال در اسناد تکمیل شده وی وجود دارد.
۲ چگونگی برآورد و تفکیک ریزی قیمت و آشنایی با فهرست بها و ضرایب منطقه‌ای	اسناد مناقصه و نحوه محاسبه قیمت و درخواست ریز قیمت
۳ تجربه در طرح‌های مشابه یا انجام کارهای مشابه	از طریق ارائه اسنادی همچون کپی قراردادها
۴ سابقه و تجربه کاری در شرکت ملی صنایع پتروشیمی	از طریق ارائه اسنادی همچون کپی قراردادها، استعلام از شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۵ داشتن تجهیزات و ماشین‌آلات آماده به کار و یا در دسترس و تعداد آن‌ها	ارائه اسناد ماشین‌آلات و نیز مراجعه و مشاهده آن‌ها
۶ تعداد نیروی انسانی متخصص و کفایت کادر فنی و عناصر کلیدی از نظر دانش و تجربه	از طریق اسناد بیمه کارکنان و کپی مدارک تحصیلی افراد
۷ تحصیلات و سوابق مدیریت شرکت	از طریق مشاهده اساسنامه و دیدن مدارک تحصیلی و سایر مدارک مربوطه
۸ قدرت مالی، اعتباری و پشتیبانی (بنیه مالی پیمانکار)	میانگین سود سه سال گذشته یا مجموع ضمانت‌نامه‌های بانکی در یکسال گذشته
۹ بومی بودن پیمانکار	مدارک شرکت، قرار گرفتن دفتر شرکت در محدوده منطقه ۱۵، سوابق شرکت
۱۰ داشتن تجربه در محل اجرای پروژه (آشنایی موقعیت منطقه از نظر وجود امکانات اجرایی)	از طریق ارائه اسنادی همچون کپی قراردادها
۱۱ حسن سابقه در کارهای قبلی و رضایت کارفرمایان قبلی (حسن شهرت پیمانکار)	تعداد رضایت‌نامه‌ها، استعلام از کارفرمایان قبلی
۱۲ ظرفیت خالی پیمانکار	بیان خود پیمانکار و استعلام از شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۱۳ رتبه شرکت در شرکت ملی صنایع پتروشیمی	مدارک شرکت و استعلام از شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۱۴ سال تأسیس شرکت و قدمت آن (سابقه)	اساسنامه و سایر مدارک شرکت
۱۵ ارائه برنامه زمان‌بندی و مدت زمان پیشنهادی جهت اتمام پروژه	براساس اسناد مناقصه که از سوی پیمانکار تکمیل و در پاکت در بسته تحویل می‌گردد.
۱۶ نظام کیفی کار	اسناد، سوابق شرکت

معیارهای مورد استفاده جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها

پس از جمع‌آوری پرسشنامه شماره ۱ مشخص شد که از نظر خبرگان، معیار دیگری که در رتبه‌بندی پیمانکاران اثرگذار باشد و در این پژوهش آن را لحاظ نکرده باشیم، وجود ندارد. ثانیاً، مشخص شد که معیارهای شناسایی شده دارای اهمیت یکسانی نیستند و معیارهایی چون بنیه مالی قیمت دارای بیشترین اهمیت هستند.

جدول ۲ - پاسخ‌های خبرگان به پرسشنامه شماره یک

امتیاز	خیلی کم (۱)	کمی (۳)	متوسط (۵)	زیاد (۷)	خیلی زیاد (۹)	معیارها
۶۲	۰	۰	۰	۵	۳	معیار ۱ قیمت
۵۲	۰	۰	۳	۴	۱	معیار ۲ برآورد
۵۴	۰	۰	۲	۵	۱	معیار ۳ تجربه مشابه
۲۸	۰	۳	۳	۲	۰	معیار ۴ سابقه در شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۵۲	۰	۱	۲	۳	۲	معیار ۵ شرایط ماشین‌آلات
۵۲	۰	۱	۲	۳	۲	معیار ۶ شرایط نیروی انسانی
۴۰	۰	۲	۴	۲	۰	معیار ۷ تحصیلات و سوابق مدیریت
۶۴	۰	۰	۱	۲	۵	معیار ۸ بنیه مالی
۳۴	۰	۴	۳	۱	۰	معیار ۹ بومی بودن پیمانکار
۳۸	۱	۱	۴	۲	۰	معیار ۱۰ داشتن تجربه در محل اجرا
۵۲	۰	۰	۴	۲	۲	معیار ۱۱ حسن سابقه
۳۸	۱	۲	۲	۳	۰	معیار ۱۲ ظرفیت خالی پیمانکار
۵۶	۰	۰	۲	۴	۲	معیار ۱۳ رتبه در شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۲۸	۱	۵	۱	۱	۰	معیار ۱۴ سال تأسیس شرکت
۵۸	۰	۰	۲	۳	۳	معیار ۱۵ زمان پیشنهادی
۲۸	۱	۵	۱	۱	۰	معیار ۱۶ نظام کیفی کار

جمع‌آوری اطلاعات در رابطه با معیارهای کیفی و کمی

اکنون پس از جمع‌بندی نتایج تحقیق میدانی اول ۹ معیاری که مهم‌تر از بقیه بودند را انتخاب و پرسشنامه دوم را ارسال نمودیم. در این پرسشنامه، اطلاعات کلی پروژه و نیز اطلاعات پیمانکاران را به خبرگان داده و از آنان خواستیم تا قضاوت‌های خود را در خصوص معیارهای کیفی، برای هر پیمانکار شرکت‌کننده در مناقصه که متقاضی اجرای پروژه می‌باشند بیان نمایند. اطلاعات مربوط به معیارهای کمی نیز از اسناد مناقصه بدست آمد. برای اوزان مورد نیاز، از خبرگان درخواست نمودیم تا برای هر یک از این ۹ معیار، برحسب اهمیت آن‌ها در مساله انتخاب و رتبه‌بندی پیمانکاران، عددی بین ۰ تا ۱۰۰ در نظر بگیرند.

حل مساله به کمک روش TOPSIS

پس از جمع‌آوری پرسشنامه دوم، از خبرگان اقدام به تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری نمودیم. در این ماتریس گزینه‌ها همان پیمانکاران متقاضی اجرای پروژه می‌باشند که در این مناقصه، تعداد ۵ پیمانکار حضور دارند که ستون ماتریس را تشکیل می‌دهند. معیارها و شاخص‌های ارزیابی این پیمانکاران، ۹ معیاری است که از طریق پرسشنامه شماره یک و از طریق اعداد بردا، مهم‌تر از بقیه تشخیص داده شده‌اند. ابتدا، مسأله را با استفاده از تاپسیس فردی حل نموده و برای هر یک از هشت خبره، یکبار این ماتریس را حل نموده سپس رتبه‌بندی حاصل از هر خبره را در ماتریسی قرار داده و از طریق اعداد بردا رتبه‌بندی این پنج پیمانکار را بدست می‌آوریم. پیمانکاری که رتبه اول را بدست می‌آورد، برنده مناقصه شناخته می‌شود. مراحل این روش عبارتند از:

تعیین ماتریس مقایسه عوامل، بهنجار کردن ماتریس تصمیم‌گیری، تعیین عامل ایدآل مثبت و ایدآل منفی، محاسبه میزان نزدیکی هر کدام از عوامل به عامل ایدآل مثبت و

ایدآل منفی (Ci) که هرچه بالاتر باشد درجه اهمیت عامل بالاتر است (Zenely, ۱۹۸۲, Milan).

تکنیک "اعداد بردا"

پس از رتبه بندی پیمانکاران بوسیله تاپسیس به صورت فردی (برای K تصمیم گیرنده، که نتیجه آن K رتبه بندی خواهد بود)، برای اولویت بندی نهایی از گزینه ها، پیمانکاران به صورت جمعی، قدم های زیر صورت می پذیرد (Satty, ۱۹۹۲):

۱- نتایج رتبه بندی کلیه K تصمیم گیرنده که از طریق تکنیک تاپسیس به صورت فردی بدست آمده است بصورت ماتریس S که در ذیل آمده است تنظیم می گردد.

$$S = \begin{matrix} A_1 & \left| \begin{matrix} r_1^1 & \dots & r_1^p & \dots & r_1^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_i & \left| \begin{matrix} r_i^1 & \dots & r_i^p & \dots & r_i^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_m & \left| \begin{matrix} r_m^1 & \dots & r_m^p & \dots & r_m^k \end{matrix} \right. \end{matrix} \right. \end{matrix} \right.$$

ماتریس رتبه بندی m گزینه توسط K تصمیم گیرنده

۲- رتبه بندی ماتریس S را که از طریق تکنیک تاپسیس بدست آمده است را برای هر تصمیم گیرنده P ام (از K تصمیم گیرنده) به عدد بردا تبدیل می نماییم، بدین صورت که گزینه در رتبه یکم توسط تصمیم گیرنده P ام دارای ارزش نسبی ۱-m، گزینه در رتبه دوم دارای ارزش نسبی ۲-m و گزینه در رتبه m ام دارای ارزش نسبی صفر خواهد شد و بدین طریق، یک مقایسه رتبه ای را بگونه ای از مقیاس نسبی تبدیل نموده و عمل جمع پذیری را میسر می سازد. نتیجه کار بصورت زیر خواهد بود:

$$S_{BORDA} = \begin{matrix} A_1 & \left| \begin{matrix} b_1^1 & \dots & b_1^p & \dots & b_1^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_i & \left| \begin{matrix} b_i^1 & \dots & b_i^p & \dots & b_i^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_m & \left| \begin{matrix} b_m^1 & \dots & b_m^p & \dots & b_m^k \end{matrix} \right. \end{matrix} \right. \end{matrix} \right.$$

ماتریس اعداد بردا

۳- مجموع ردیفی از ماتریس S_{BORDA} را به ازای K تصمیم‌گیرنده را بدست آورده و از آنجا رتبه نهایی هر گزینه را محاسبه خواهیم کرد. بدین صورت که ردیف با بیشترین مجموع از اعداد بردا دارای رتبه یکم و ردیف با کمترین مجموع دارای رتبه m ام خواهد بود. R_G رتبه نهایی از گزینه‌ها خواهد بود.

۴-

$$R_G = \begin{matrix} A_1 & r'_1 \\ \vdots & \vdots \\ A_i & r'_i \\ \vdots & \vdots \\ A_m & r'_m \end{matrix} \left| \begin{array}{l} \text{اولویت‌بندی نهایی} \\ \text{گزینه‌ها} \\ \text{M = تعداد گزینه‌ها} \\ \text{r' = رتبه هر گزینه} \end{array} \right.$$

در ادامه، ماتریس‌های تصمیم‌گیری و محاسبات انجام گرفته روی این ماتریس‌ها آورده شده است.

جدول شماره ۳ - اوزان حاصل از هر خبره

		خبره ۱	خبره ۲	خبره ۳	خبره ۴	خبره ۵	خبره ۶	خبره ۷	خبره ۸	G
بنیه مالی	معیار ۱	۰.۱۴۶	۰.۱۴۲۹	۰.۱۲۹۹	۰.۱۱۷۲	۰.۱۵۰۴	۰.۰۹۵۵	۰.۱۳۹۹	۰.۱۴۲۹	۰.۱۳۳۱
قیمت	معیار ۲	۰.۱۲۴۱	۰.۱۲۸۶	۰.۱۰۳۹	۰.۱۱۰۳	۰.۱۱۲۸	۰.۰۸۲۸	۰.۰۹۷۹	۰.۱۳۴۹	۰.۱۱۱۹
رتبه	معیار ۳	۰.۰۹۴۹	۰.۱	۰.۱۰۳۹	۰.۰۸۹۷	۰.۰۷۵۲	۰.۱۳۷۴	۰.۱۱۸۹	۰.۱۱۱۱	۰.۱۰۲۶
زمان	معیار ۴	۰.۰۸۰۳	۰.۰۸۵۷	۰.۰۹۷۴	۰.۰۷۵۹	۰.۱۱۲۸	۰.۱۳۷۴	۰.۱۱۱۹	۰.۰۹۵۲	۰.۰۹۸۳
حسن سابقه	معیار ۵	۰.۱۰۹۵	۰.۱	۰.۱۲۹۹	۰.۱۱۷۲	۰.۰۹۰۲	۰.۱۳۷۴	۰.۰۹۷۹	۰.۱۱۱۱	۰.۱۱۰۴
کفایت نیرو انسانی	معیار ۶	۰.۱۰۹۵	۰.۱۱۴۳	۰.۱۲۳۴	۰.۱۳۷۹	۰.۱۳۷۸	۰.۱۰۱۹	۰.۱۱۱۹	۰.۰۹۵۲	۰.۱۱۵۲
کفایت ماشین الات	معیار ۷	۰.۱۱۶۸	۰.۱۱۴۳	۰.۱۲۳۴	۰.۱۳۷۹	۰.۱۲۰۳	۰.۱۳۷۴	۰.۱۳۹۹	۰.۱۱۱۱	۰.۱۳۳۹
طرحهای مشابه	معیار ۸	۰.۱۲۴۱	۰.۱	۰.۱۱۶۹	۰.۱۱۷۲	۰.۱۱۲۸	۰.۱۱۴۶	۰.۰۹۷۹	۰.۰۹۵۲	۰.۱۰۹۸
برآورد	معیار ۹	۰.۰۹۴۹	۰.۱۱۴۳	۰.۰۷۱۴	۰.۰۹۶۶	۰.۰۹۷۷	۰.۰۹۵۵	۰.۰۸۳۹	۰.۱۰۳۲	۰.۰۹۴۷
		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول شماره ۴ - حل ماتریس تصمیم برای خبره اول

شاخص	بنیه مالی	قیمت	رتبه	مدت زمان	حسن سابقه	کفایت نیروی انسانی	کفایت ماشین الات	تجربه طرحهای مشابه	دقت و صحت برآورد
پیمانکار ۱	۳۰۵۵۴۰۰۰	۲۵۸۰۰۰۰۰	۵	۱۸۰	خوب	متوسط	متوسط	متوسط ط	متوسط

خبر ۱۵	پیمانکار ۲	۳۴۰۵۵۰۰۰	۲۷۰۰۰۰۰۰	۵	۱۴۰	بسیار خوب	متوسط	متوسط	خوب	متوسط
	پیمانکار ۳	۴۵۶۸۰۰۰۰	۲۸۵۰۰۰۰۰	۴	۱۸۰	بسیار خوب	خوب	خوب	بسیار خوب	خوب
	پیمانکار ۴	۵۵۱۱۵۰۰۰	۳۱۵۰۰۰۰۰	۴	۱۶۰	متوسط	خوب	خوب	متوسط	خوب
	پیمانکار ۵	۶۲۰۱۷۰۰۰	۳۳۰۰۰۰۰۰	۵	۱۲۰	متوسط	بسیار خوب	متوسط	متوسط	متوسط

اطلاعات در خصوص معیارهای کیفی پیمانکاران شرکت کننده در مناقصه، اصل شده از خبره اول، نیز اطلاعات کمی ۵ پیمانکار که از اسناد مناقصه بدست آمده است.

حال که ماتریس‌های تصمیم را به ازای هر خبره در اختیار داریم و نیز با در اختیار داشتن اوزان ۹ شاخص مهم که از خبرگان به دست آورده‌ایم. همان گونه که پیش از این ذکر شد، ابتدا مسأله را به روش تاپسیس فردی حل می‌کنیم تا رتبه‌بندی پیمانکاران به ازای هر خبره بدست آید و پس از آن رتبه‌بندی‌های حاصل از هر خبره (۸ خبره داریم ، بنابراین ۸ رتبه بندی متفاوت خواهیم داشت) نیز به دست خواهد آمد. در ابتدا بایستی واژه‌های کلامی را به اعداد متناظرشان تبدیل کنیم و سپس با تکنیک تاپسیس آن را حل نماییم.

جدول شماره ۵- ماتریس تصمیم گیری پس از تبدیل واژه ها به اعداد متناظرشان (در خصوص خبره اول)

وزان	-۰.۹۴۶	-۰.۱۲۴-۸۸	-۰.۹۴۸۹	-۰.۸۰۲۹	-۰.۹۴۹	-۰.۹۴۹	-۰.۱۱۶۷۹	-۰.۱۲۴-۹	-۰.۹۴۸۹
شخص	بینه مالی	قیمت	رتبه	مدت زمان	حسن سابقه	کفایت نیروی انسانی	کفایت ماشین آلات	کفایت ماشین مشابه	تجربه طرحهای مشابه
پیمانکار ۱	۳۰۵۵۴۰۰۰	۲۵۸۰۰۰۰۰	۵	۱۸۰	۷	۵	۵	۵	۵
خبره ۱	پیمانکار ۲	۳۴۰۵۵۰۰۰	۲۷۰۰۰۰۰۰	۵	۱۴۰	۹	۵	۵	۷
	پیمانکار ۳	۴۵۶۸۰۰۰۰	۲۸۵۰۰۰۰۰	۴	۱۸۰	۹	۷	۷	۹
	پیمانکار ۴	۵۵۱۱۵۰۰۰	۳۱۵۰۰۰۰۰	۴	۱۶۰	۵	۷	۷	۵
	پیمانکار ۵	۶۲۰۱۷۰۰۰	۳۳۰۰۰۰۰۰	۵	۱۲۰	۵	۹	۵	۵

در خصوص وزن شاخص‌ها، همانگونه که مشاهده می‌شود وزن هر شاخص در بالای همان شاخص در جدول فوق درج شده است. به عنوان مثال، بردار اوزان حاصل از خبره اول، به صورت زیر است:

$$W = (0.1460, 0.124088, 0.094891, 0.080292, 0.109489051, 0.109489051, 0.116788321, 0.124087591, 0.094890511)$$

جدول شماره ۶- ماتریس بی‌مقیاس N_D

		۰.۲۹-۴۸-۷۸۶	۰.۲۹۳۹۹	۰.۴۸۳۳۸	۰.۵۱-۳۴۳	۰.۴۳۳۲۸۹۱۲۲	۰.۳۲-۴-۹۲	۰.۳۸-۱۴۳۹۶۱	۰.۲۴۹۲۱۵۱۴۸	۰.۳۸-۱۴۳۹۶۱
		۰.۳۲۳۷۶۵۴	۰.۴۱۳۳۱۵	۰.۴۸۳۳۸	۰.۳۹۶۹۳۴	۰.۵۵۷-۸۶-۱۵	۰.۳۲-۴-۹۲	۰.۳۸-۱۴۳۹۶۱	۰.۴۸۸۹-۱۲-۷	۰.۳۸-۱۴۳۹۶۱
$N_D =$		۰.۴۴۲۸۵۶۰۲	۰.۴۲۵۲۲۲	۰.۲۸۶۶۹۵	۰.۵۱-۳۴۳	۰.۵۵۷-۸۶-۱۵	۰.۴۶۲۵۷۳۰۲	۰.۵۳۲۲-۰-۱۴۵	۰.۶۲۸۵۸۷۳۶	۰.۵۳۲۲-۰-۱۴۵
		۰.۵۳۳۸۵۳۵۴	۰.۴۸۱-۳۴	۰.۳۸۶۶۹۵	۰.۴۵۳۳۳۸	۰.۳-۹۴۹۲۳۳	۰.۴۶۲۵۷۳۰۲	۰.۵۳۲۲-۰-۱۴۵	۰.۳۴۹۲۱۵۱۴۸	۰.۵۳۲۲-۰-۱۴۵
		۰.۵۸۶۰-۳۵۵۱	۰.۵-۳۹۴۱	۰.۴۸۳۳۸	۰.۳۴-۳۳۹	۰.۳-۹۴۹۲۳۳	۰.۵۹۴۷۳۶۷۴	۰.۳۸-۱۴۳۹۶۱	۰.۳۴۹۲۱۵۱۴۸	۰.۳۸-۱۴۳۹۶۱

جدول شماره ۷- ماتریس بی‌مقیاس و وزن V

		۰.۰۴۴۰۵۹۵۴	۰.۰۴۸۸۸۹	۰.۰۴۵۸۶۷	۰.۰۴۰۹۷۶	۰.۰۴۷۴۴۰۴۱۵	۰.۰۳۶۱۷۶۲۰۱	۰.۰۴۴۳۹۶۲۵۸	۰.۰۴۳۳۳۳۲۷	۰.۰۳۶۰۷۱۹۶
		۰.۰۴۷۲۶۹۹۹۹	۰.۰۵۱۱۶۳	۰.۰۴۵۸۶۷	۰.۰۳۱۸۷۱	۰.۰۶۰۹۹۴۸۱۹	۰.۰۳۶۱۷۶۲۰۱	۰.۰۴۴۳۹۶۲۵۸	۰.۰۶۰۶۶۶۵۷۳	۰.۰۳۶۰۷۱۹۶
$V =$		۰.۰۶۳۳۹۹۳۵۸	۰.۰۵۴۰۰۶	۰.۰۳۶۶۹۴	۰.۰۴۰۹۷۶	۰.۰۶۰۹۹۴۸۱۹	۰.۰۵۰۶۴۶۸۱	۰.۰۶۳۱۵۴۷۶۱	۰.۰۷۷۹۹۹۸۸	۰.۰۵۰۵۰۰۷۴۴
		۰.۰۷۶۴۹۴۲۱۲	۰.۰۵۹۶۹	۰.۰۳۶۶۹۴	۰.۰۳۶۴۲۴	۰.۰۳۳۸۶۰۱۱	۰.۰۵۰۶۴۶۸۱	۰.۰۶۳۱۵۴۷۶۱	۰.۰۴۳۳۳۳۲۷	۰.۰۵۰۵۰۰۷۴۴
		۰.۰۸۶۰۷۳۵۱۱	۰.۰۶۲۵۳۳	۰.۰۴۵۸۶۷	۰.۰۳۷۳۱۸	۰.۰۳۳۸۶۰۱۱	۰.۰۶۵۱۱۷۱۶۱	۰.۰۴۴۳۹۶۲۵۸	۰.۰۴۳۳۳۳۲۷	۰.۰۳۶۰۷۱۹۶

جدول شماره ۸- جدول راه حل ایده آل مثبت و منفی

$(A^+) =$	۰.۰۸۶۰۷۳۵۱۱	۰.۰۴۸۸۸۹	۰.۰۳۶۶۹۴	۰.۰۳۳۳۱۸	۰.۰۶۰۹۹۴۸۱۹	۰.۰۶۵۱۱۷۱۶۱	۰.۰۶۳۱۵۴۷۶۱	۰.۰۷۷۹۹۹۸۸	۰.۰۵۰۵۰۰۷۴۴
$(A^-) =$	۰.۰۴۴۰۵۹۵۴	۰.۰۶۲۵۳۳	۰.۰۴۵۸۶۷	۰.۰۴۰۹۷۶	۰.۰۳۳۸۶۰۱۱	۰.۰۳۶۱۷۶۲۰۱	۰.۰۴۴۳۹۶۲۵۸	۰.۰۴۳۳۳۳۲۷	۰.۰۳۶۰۷۱۹۶

جدول شماره ۹ - محاسبه اندازه جدایی (فاصله) فاصله گزینه A_i از ایده‌آل‌ها، با استفاده از روش اقلیدسی

$D_i + =$		
$(D_1+) =$	۰.۰۰۴۹۲۴	۰.۰۷۰۱۷۲۶۴۳
$(D_2+) =$	۰.۰۰۳۲۷۸	۰.۰۵۷۲۵۱۴۵۵
$(D_3+) =$	۰.۰۰۰۹۳۶	۰.۰۳۰۵۹۸۲۳۷
$(D_4+) =$	۰.۰۰۲۴۳۷	۰.۰۴۹۳۷۰۰۳۷
$(D_5+) =$	۰.۰۰۲۷۳۱	۰.۰۵۲۲۵۴۳۱

$D_i - =$		
$(D_1-) =$	۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۱۹۲۳۱۹۳۹
$(D_2-) =$	۰.۰۰۱۲۷۱	۰.۰۳۵۶۵۲۸۵۶
$(D_3-) =$	۰.۰۰۳۲۶۷	۰.۰۵۷۱۵۹۴۱۱
$(D_4-) =$	۰.۰۰۲۰۰۸	۰.۰۴۴۸۰۹۸۰۲
$(D_5-) =$	۰.۰۰۲۹۳۱	۰.۰۵۴۱۳۸۶۹۳

جدول شماره ۱۰ - محاسبه نزدیکی نسبی A_i به راه حل ایده آل

$$CL_{1+} = 0.210111$$

۰.۳۸۳۷۵۹	CL ₂₊ =
۰.۶۵۱۳۳۳	CL ₃₊ =
۰.۴۷۵۷۹	CL ₄₊ =
۰.۵۰۸۸۵۶	CL ₅₊ =

توضیح این که همان گونه که ملاحظه می‌شود هر اندازه گزینه A_i به راه حل ایده آل (A^+) نزدیکتر باشد ارزش CL_i به واحد نزدیکتر خواهد بود. بدیهی است که هرچه بزرگتر باشد، گزینه (که در این مسأله پیمانکار است) از اولویت بیشتری در انتخاب برخوردار خواهد.

حل مسأله تاپسیس برای این فرد خبره، با مشخص شدن اولویت‌های وی به پایان رسیده است. این مراحل برای خبرگان دیگر نیز انجام گرفته است.

جدول شماره ۱۱ - رتبه بندی پیمانکاران به ترتیب ارجحیت از نظر خبره شماره ۱

رتبه	پیمانکار
۵	پیمانکار شماره یک
۴	پیمانکار شماره دو
۱	پیمانکار شماره سه
۳	پیمانکار شماره چهار
۲	پیمانکار شماره پنج

به منظور اولویت بندی نهایی از گزینه‌ها (پیمانکاران)، بصورت جمعی، می‌توان یکی از دو استراتژی: میانگین وزین، و یا بردا را به کار گرفت. در این تحقیق، از تکنیک " اعداد بردا" استفاده می‌نماییم. بدین خاطر تمام نظریات به دست آمده از خبرگان را در ماتریس قرار داده و آن را حل می‌نماییم.

جدول شماره ۱۲ - ماتریس رتبه‌بندی پیمانکاران به ازای هر خبره

	خبره ۱	خبره ۲	خبره ۳	خبره ۴	خبره ۵	خبره ۶	خبره ۷	خبره ۸
پیمانکار ۱	۵	۵	۴	۵	۵	۲	۵	۵
پیمانکار ۲	۴	۴	۵	۴	۴	۵	۴	۴
پیمانکار ۳	۱	۱	۳	۱	۳	۱	۲	۳
پیمانکار ۴	۳	۳	۱	۳	۲	۳	۱	۱
پیمانکار ۵	۲	۲	۲	۲	۱	۴	۳	۲

جدول شماره ۱۳ - ماتریس اعداد "بردا" به ازای ۸ خبره

	خبره ۱	خبره ۲	خبره ۳	خبره ۴	خبره ۵	خبره ۶	خبره ۷	خبره ۸	م.ر
پیمانکار ۱	۰	۰	۱	۰	۰	۳	۰	۰	۴
پیمانکار ۲	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
پیمانکار ۳	۴	۴	۲	۴	۲	۴	۳	۲	۲۵
پیمانکار ۴	۲	۲	۴	۲	۳	۲	۴	۴	۲۳
پیمانکار ۵	۳	۳	۳	۳	۴	۱	۲	۳	۲۲

در جدول فوق، رتبه‌های هر ستون از ماتریس‌ها به اعداد بردا تبدیل می‌نماییم. ستون آخر که با م.ر نامگذاری شده است مجموع ردیفی است و مشخص کننده رتبه نهایی، مورد توافق گروهی، برای پیمانکاران است؛ به طوری که بیشترین عدد بردا مشخص کننده رتبه یکم و کمترین آن‌ها مشخص کننده رتبه آخر خواهد بود. رتبه-بندی گروهی به قرار زیر است.

جدول شماره ۱۴ - رتبه‌بندی گروهی حاصل شده بوسیله کاربرد تکنیک اعداد بردا

رتبه	پیمانکار
۵	پیمانکار شماره یک
۴	پیمانکار شماره دو
۱	پیمانکار شماره سه
۲	پیمانکار شماره چهار
۳	پیمانکار شماره پنج

همان طور که مشاهده می شود پیمانکار شماره ۳ می تواند به عنوان مناسبترین پیمانکار، برنده این مناقصه اعلام گردد.

نتیجه گیری

نتایج تحقیق بطور کلی در زیر آمده است:

الف- شناسایی معیارهای موثر بر انتخاب پیمانکاران در مرحله اول، و سپس دستیابی به موثرترین معیار از این معیارها و همچنین، اوزان این معیارها از طریق ارسال پرسشنامه برای خبرگان. در این تحقیق، مهم ترین معیارهای کمی و کیفی اثرگذار بر انتخاب پیمانکاران به صورت جدول ذیل مورد شناسایی واقع شدند: معیارهای کمی و کیفی اثرگذار بر انتخاب پیمانکاران در جدول زیر آورده شده است:

جدول ۱۵- مهم ترین معیارهای کمی و کیفی اثرگذار بر انتخاب پیمانکاران

۱- بنیه مالی	۲- قیمت	۳- رتبه شرکت	۴- مدت زمان پیشنهادی	۵- حسن سابقه
۶- کفایت و شرایط نیروی انسانی	۷- کفایت ماشین آلات	۸- تجربه طرح های مشابه	۹- دقت و برآورد	

ب- رتبه بندی پیمانکاران و انتخاب پیمانکاری که بالاترین امتیاز را به دست آورده باشد. برای اجرای پروژه، ابتدا از طریق اجرای تکنیک تاپسیس به صورت فردی، برای هر خبره و رسیدن به اولویت بندی های وی در خصوص پیمانکاران شرکت کننده در مناقصه و سپس از طریق تلفیق این نظرات با استفاده از تکنیک اعداد بردا جهت رتبه بندی نهایی پیمانکاران شرکت کننده در مناقصه انجام می گیرد.

تحقیقات آتی

واضح است که کار انجام شده خالی از اشکال نبوده و نیاز به تحقیقات و بررسی‌های بیشتری دارد. از این رو، سعی شده است تا موضوعهای پیشنهادی نیز در حول محور موضوع این تحقیق (استفاده از MADM و مساله انتخاب پیمانکاران) باشد.

فعالیت‌ها و کارکرد سازمان‌ها روز به روز بیشتر و پیچیده‌تر می‌شوند، بنابراین، از آنجایی که هر چقدر شرایط تصمیم‌گیری پیچیده‌تر و بیشتر درگیر معیارهای مبهم و غیرقطعی و عوامل انسانی گردد، منطق فازی آن را بهتر توصیف می‌کند. پیشنهاد می‌شود تا در تحقیقات آتی، جهت انعکاس هر چه بیشتر شرایط مطلوب تر در مدلسازی و به تبع آن واقعی‌تر شدن نتایج، این مدل با بکارگیری مباحث فازی پیاده سازی گردد.

همچنین پیشنهاد می‌شود جهت یافتن مطلوب ترین روش رتبه‌بندی پیمانکاران، سایر مدل‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گیرند.

منابع و مراجع:

- ۱- آذر، عادل و رجب زاده، علی، تصمیم گیری کاربردی، رویکردی بر MADM، نشر نگاه دانش، تهران، ۱۳۸۱
- ۲- اصغرپور، محمد جواد، تصمیم گیری های چند معیاره، تهران دانشگاه تهران، ۱۳۷۷
- ۳- اصغرپور، محمد جواد، تصمیم گیری و تحقیق عملیات در مدیریت، تهران دانشگاه تهران، ۱۳۷
- ۴- اصغرپور، محمدجواد، تصمیم گیری گروهی و نظریه بازیها با نگرش تحقیق در عملیات، تهران دانشگاه تهران، ۱۳۸۲
- ۵- امام جمعه زاده، محمد حامد، سیستم های مختلف اجرای پروژه و پیشنهاد نحوه انتخاب سیستم بهینه برای اجرای طرحهای عمرانی کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما دکتر ممی زاده، سازمان مدیریت صنعتی، ۱۳۷۸، تهران
- ۶- حیدری، علی؛ حیدری، محمد، انتخاب پیمانکاران به کمک روش AHP، کنفرانس ملی مهندسی ارزش در صنعت ساختمان، ۱۳۸۷، تهران.
- ۷- رجائی، حسین؛ حضرتی ایوب؛ رشیدی، عباس، ارزیابی صلاحیت پیمانکاران براساس روش مجموع ساده وزین فازی، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران، ۱۳۸۷، تهران.
- ۸- رزمی، جعفر؛ حاله، حسن؛ مشکین فام، سعید، ارزیابی و انتخاب پیمانکاران عمرانی در مناقصه ها با استفاده از تصمیم گیری چند شاخصه ی فازی، پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت، ۱۳۸۶، تهران.
- ۹- زارعی، عظیم، طراحی مدل تصمیم گیری چند شاخصه MADM جهت تعیین و تبیین عوامل موثر بر کارایی شعب بانک رفاه کارگران، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما دکتر عادل آذر، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹، تهران.
- ۱۰- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، آیین نامه طبقه بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، ۱۳۸۱
- ۱۱- سرمد، زهرا و حجازی، الهه، و بازرگان، عباس، روشهای تحقیق در علوم رفتاری، تهران نشر آگاه، ۱۳۷۴

- ۱۲- جدیدی، بهنام، انتخاب پیمانکار پست‌های فشار قوی به کمک فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی عصبی (NeuralAHP)، پایان نامه (کارشناسی ارشد)؛ دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۳ - مهندسی صنایع
- ۱۳- کوهن، لوییس و هالیدی، میشل؛ آمار در علوم تربیتی و تربیت بدنی، ترجمه: دلاور، علی؛ انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی، چاپ اول، ۱۳۷۲
- ۱۴- فداکار، شهرام، ارزیابی و انتخاب پیمانکاران، صنعت خودرو، ۱۳۷۶، شماره ۲.
- ۱۵- نادری، عزت اله، و سیف نراقی، مریم، روشهای تحقیق و چگونگی ارزشیابی آن در علوم انسانی، تهران، انتشارات بدر، ۱۳۷۲.
- ۱۶- نظام نامه ارزشیابی پیمانکاران در شرکت خوارزمی بندر امام (سهامی خاص).
- ۱۷- Hatush, H., Skitmore, S., contractor selection using multicriteria utility theory: an additive model, building and environment, ۱۹۹۸, ۳۳(۲)
- ۱۸- Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., A review of contractor selection practice in the UK construction industry, building and environment, ۱۹۹۵, ۳۰(۴)
- ۱۹- Holt, G. D., Which contractor selection mythology?, international Journal of project management, ۱۹۹۸, ۱۶(۳)
- ۲۰- James s. dyer and others, multiple criteria decision making, multiple attribute utility theory, management science, vol ۳۸, ۱۹۹۲
- ۲۱- Okoroh M.I. and Torrance V.B., A model for subcontractor selection in refurbishment projects. Construction Management and Economics ۱۹۹۹, ۱۷(۳): ۳۱۵-۲۸.
- ۲۲- Russel, J. S. and Skibniewski, M. J., Decision criteria in contractor prequalification, Journal of management in engineering, ۱۹۸۸, ۴.
- ۲۳- Satty, Multi criteria decision making, vol ۱, RWS publication, ۱۹۹۲.
- ۲۴- Skitmore M. and Mills A., A needs-based methodology for classifying construction clients and selecting contractors: comment. Construction Management and Economics, ۱۹۹۹; ۱۷(۱): ۵-۸.

- ۲۵- Zavadskas, E. K. and Vilytiene, T., A multiple criteria evaluation of multi-family apartment blocks maintenance contractors: I-model for maintenance contractor evaluation and the determination of its selection criteria. *Building and Environment* ۲۰۰۶; ۴۱: ۶۲۱-۶۳۲.
- ۲۶- Zenely, Milan, Multiple criteria decision making, MCGRAW-HILL, Inc, ۱۹۸۲.