

طراحی مدل انتخاب پیمانکار با استفاده از روش تلفیقی فرایند تحلیل شبکه‌یی و روش ابتکاری (مطالعه‌ی موردی: پروژه‌های ساخت)

مهدی کرباسیان (دانشیار)

علی اقبالی بادی (دانشجوی کارشناسی ارشد)

ابوالفضل غلامی* (دانشجوی کارشناسی ارشد)

دانشکده‌ی مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، زمستان ۱۳۹۵ (۱۳۹۵)
دوری ۱-۳۲، شماره ۲/۲، ص. ۱۳۸-۱۳۱، یادداشت نثی

در این مطالعه هدف ارائه‌ی راه‌حلی منطقی و ساده برای فرایند تصمیم‌گیری در انتخاب پیمانکار با تلفیقی از رویکردهای تجربی و نظری است. با استفاده از ادبیات مروری در مورد انتخاب پیمانکار، با توجه به سادگی، دقت، و عمومیت و همچنین صرف زمان و نیاز به منابع انسانی نسبتاً کم‌تر در بین روش‌ها، روش تحلیل شبکه انتخاب شد. با توجه به این نکته که تعیین قیمت پایه تنها برای ارزیابی هزینه‌ی پروژه نیست، مدل ارائه شده با تحلیل اختلاف بین قیمت پایه و قیمت پیشنهادی پیمانکار به سازمان کمک می‌کند که تأثیر معیار قیمت بر سایر معیارها را در نظر بگیرد. در این پژوهش با کمک مدل پیشنهادی، امتیاز دقیق‌تری برای معیار توانایی انجام کار در نظر گرفته شد. یافته‌ها حاکی از آن است که تفاوت چشمگیری بین نتایج روش تحلیل شبکه با روش تلفیقی، وجود دارد. به‌منظور اعتبارسنجی رویکرد پیشنهادی از این مدل در مصلا‌ی اصفهان استفاده شد.

واژگان کلیدی: انتخاب پیمانکاران، تحلیل فرایند شبکه‌یی (ANP)، روش

ابتکاری، پروژه‌های ساخت.

mkarbasi@mut-es.ac.ir
ali-eghbali@mut-es.ac.ir
a.gholami92@mut-es.ac.ir

۱. مقدمه

امر باعث حرکت سازمان‌ها به سمت انتخاب روش‌های متناسب و دقیق‌تر شده است.

با توجه به عدم ثبات و وجود شرایط غیرمنتظره در جوامع، در مسائلی نظیر اقتصاد، سیاست و...، برخی از موارد در تصمیم‌گیری‌ها نزد صاحبان پروژه از اهمیت بالاتری برخوردار است. قیمت پیشنهادی پیمانکاران به صاحبان پروژه‌ها برای انجام هر پروژه از جمله موارد تعیین‌کننده‌ی پیمانکاران -- با توجه به شرایط نامناسب اقتصادی و مالی -- است. هاتوش و اسکیتومور (۱۹۹۸) اشاره کردند که انتخاب پیمانکار براساس قیمت پیشنهادی کم‌تر، علت بسیاری از مشکلات به وجود آمده در فرایند پروژه بوده است.^[۱] لذا تخفیف‌های خیلی زیاد و نامقولی که پیمانکاران به کارفرمایان می‌دهند تا از این طریق برنده‌ی مناقصه شوند، بعدها مشکلات متعددی در روند اجرای پروژه ایجاد می‌کند.^[۲]

در این نوشتار، ابتدا در بخش ۲ به ادبیات انتخاب پروژه و بررسی روش‌های متعدد انتخاب پیمانکار می‌پردازیم. در بخش ۳ با توجه به رویکرد و انتخاب مناسب‌ترین روش، روش فرایند تحلیل شبکه‌یی مورد بررسی قرار می‌گیرد و ویژگی‌های آن بیان می‌شود. در بخش ۴ نیز معیارهای انتخاب پیمانکار، براساس نظرخواهی از صاحبان پروژه، بیان می‌شود. در بخش ۵ ضمن ارائه‌ی مدل پیشنهادی، ویژگی‌های آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم؛ در این بخش مراحل فرایند تحلیل شبکه‌یی و روند کمک‌دهی

بسیاری از سازمان‌ها بخش قابل توجهی از زمان و انرژی خود را صرف ارزیابی و انتخاب پیمانکار مناسب، برای برون‌سپاری پروژه‌ها و فعالیت‌های خود می‌کنند.^[۱] انتخاب صحیح پیمانکار تا حد زیادی بر میزان موفقیت پروژه تأثیرگذار است. براین اساس، انتخاب پیمانکار در پروژه‌های عمرانی از اهمیت ویژه‌ی برخوردار است. پیچیدگی پروژه‌های عمرانی و چالش‌های متعدد انتخاب پیمانکار مناسب، از جمله عواملی هستند که باعث جلوگیری از عملکرد مناسب و مفید پروژه می‌شوند؛ این امر نیز باعث به وجود آمدن مشکلات زیادی برای دست‌یابی سازمان‌ها به اهداف حیاتی خود می‌شود.^[۲] از سوی دیگر، در اکثر کشورها پروژه‌های عمرانی به پیمانکارانی در بخش خصوصی واگذار می‌شود که اگر این تصمیم‌گیری‌ها بدون توجه به روش‌های علمی و تکنیک‌های مناسب انتخاب پیمانکاران انجام شود، باعث اتخاذ تصمیمات غلط و زیان‌های فراوان برای سازمان‌ها و جامعه می‌شود.^[۳] لذا برای جلوگیری از این زیان‌های احتمالی، هر سازمانی متناسب با پروژه‌های تعریف‌شده‌ی خود از روش‌های علمی رایج برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. البته در راستای فرایندهای تصمیم‌گیری، بعضی از پیمانکاران برای برنده شدن در مناقصه‌ها به هر ترفندی متوسل می‌شوند که این

* نویسنده مسئول

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵، اصلاحیه ۱۳۹۴/۳/۹، پذیرش ۱۳۹۴/۶/۲۸.

آن در تصمیم‌گیری مطرح می‌شود و در ادامه روش ابتکاری تبیین می‌شود. در ادامه‌ی فرایند پژوهش، نتایج حاصل از به‌کارگیری مدل پیشنهادی در فرایند انتخاب پیمانکار به‌منظور اعتبارسنجی در پروژه‌ی سقف‌های بتنی مصلا‌ی اصفهان مورد بحث قرار می‌گیرد و نهایتاً نتایج ارائه می‌شود.

۲. مروری بر ادبیات انتخاب پیمانکار

تاکنون تحقیقات فراوانی برای انتخاب پیمانکار انجام شده است. کلیدواژه‌های فراوانی در ارتباط با انتخاب پیمانکار در مرور ادبیات یافت شد. اصطلاحات «انتخاب تأمین‌کننده» و «انتخاب سرمایه‌گذار» بیشترین کاربرد را در ادبیات مروری دارند در حالی که «انتخاب پیمانکار» بیشتر مربوط به انتخاب گروهی است که عهده‌دار پروژه‌های عمرانی و ساخت‌وساز هستند. [۸]، [۹] در سال ۲۰۰۸، در پژوهشی مبتنی بر منابع دردسترس، مدل‌های توسعه‌یافته‌ی که در انتخاب پیمانکاران شایسته مورد استفاده قرار گرفته بود در چهار دسته تقسیم‌بندی شد: ۱. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، فرایند تحلیل شبکه‌ی، ۲. مدل‌های نظریه‌ی مطلوبیت چندمعیاره؛ ۲. مدل‌های فازی؛ ۳. مدل‌های هوش مصنوعی شامل سیستم‌های خبره و شبکه‌ی عصبی؛ ۴. مدل‌های استدلال شهودی. در پژوهش فوق، مدل‌های یاد شده غیر پویا و ثابت معرفی شد و مشکلات را چنین تعریف کردند: «مدل‌های تحلیل فرایند سلسله‌مراتبی و مدل‌های نظریه‌ی مطلوبیت چندمعیاره، انعطاف لازم را برای تصمیم‌گیری‌ها ندارند و از توابع ساده و محدود استفاده می‌کنند، مدل‌های سیستم‌های خبره ثابت‌اند و کاربر براساس سطح دانش خود معیارهای شایستگی را دسته‌بندی می‌کند، در حالی که مدل‌های شبکه‌ی عصبی نیاز به آموزش‌های زیادی دارد و فقط قادر به حل مشکلات مبتنی بر طراحی و ویژگی‌های روش شبکه‌ی عصبی است. مدل‌های فازی و دلایل شهودی به ارزیابی ذهنی تصمیم‌گیرنده نیاز دارند که در برخی موارد از پیچیدگی زیادی برخوردارند.» [۱۰] در پژوهشی دیگر، هالت (۱۹۹۸) و همکارانش در مطالعات خود به این جمع‌بندی رسیدند که روش‌های انتخاب پیمانکار را می‌توان در دسته‌های:

رویکرد سفارشی،^۳ تحلیل چندمعیاره،^۴ نظریه‌ی مطلوبیت چندمعیاره،^۵ رگرسیون چندگانه،^۶ تحلیل خوشه‌ی،^۷ نظریه‌ی مجموعه‌های فازی،^۸ و تحلیل تفکیک‌کننده‌ی چندمتغیره^۹ قرار داد. [۴] در همین راستا، عالم‌زاده و عادل‌آذر برای انتخاب یک رویکرد به‌منظور ارزیابی تأمین‌کننده، روش‌های موجود را در ۵ دسته طبقه‌بندی کردند که روش‌های موجود در هر دسته عبارت است از: [۱۱]

- مدل‌های چندشاخصه^{۱۰}: فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، تحلیل توأم، روش وزن‌دار خطی، روش غیررتبه‌ی.
- مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه^{۱۱}: روش اسپیلون محدودیت، تحلیل پوششی داده‌ها، برنامه‌ریزی آرمانی.
- رهیافت‌های احتمالی/آماري: روش طبقه‌بندی، تحلیل خوشه‌ی، تحلیل عدم اطمینان.
- رهیافت‌های هوشمند: استدلال مبتنی بر موردپژوهی، سیستم‌های خبره، الگوریتم ژنتیک، شبکه‌ی عصبی.
- دیگر روش‌ها: هزینه‌ی مبتنی بر انجام فعالیت‌ها، مدل‌سازی ساختار تفسیری.

با توجه به روش‌های گوناگون و متنوع در انتخاب پیمانکار شایسته، تقریباً اکثر روش‌ها دارای مشکلات و نواقصی هستند که در این بین، روش‌های «تصمیم‌گیری چندمعیاره» در مقایسه با دیگر روش‌ها از سهولت کاربری و کلی‌نگری محسوس‌تری برخوردار است. در تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، در مواردی که سطوح پایینی بر سطوح بالایی تأثیرگذارند یا عناصر موجود در یک سطح از یکدیگر مستقل نیستند، روش فرایند تحلیل شبکه‌ی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از مدیران برای تصمیم‌گیری‌های خود به ویژگی‌هایی از قبیل نتیجه‌گیری دقیق و در عین حال ساده و سریع نیاز دارند و لذا از روش فرایند تحلیل شبکه‌ی استفاده می‌کنند. [۱۲] در جدول ۱ خلاصه‌وار به برخی از تحقیقات انجام شده برای انتخاب پیمانکاران در پروژه‌های مختلف با استفاده از روش‌های علمی اشاره شده است. چنان که ملاحظه می‌شود در تعداد زیادی از تحقیقات به‌خاطر سهولت کاربرد و وجود روند سیستماتیک، مدل تصمیم‌گیری

جدول ۱. مدل‌های مورد استفاده برای انتخاب پیمانکار در پیشینه تحقیقات.

| مدل‌های انتخابی برای انتخاب پیمانکار | سال انتشار | نویسندگان |
|--------------------------------------|------------|---|
| | ۲۰۱۳ | العباسی و همکاران، [۲] عالم‌تیریز و باقرزاده [۱۳] |
| مدل‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره | ۲۰۱۱ | آردوادی و وانگ [۱۴] |
| مانند: فرایند تحلیل شبکه‌ی، فرایند | ۲۰۰۹ | بایکلاسوگلو و همکاران [۱۵] |
| تحلیل سلسله‌مراتبی و... | ۲۰۰۸ | مارزوک، [۱۰] اصغری‌زاده و نصراللهی [۵] |
| | ۱۹۹۸ | هاتوش و اسکیتور [۱۶] |
| | ۲۰۱۴ | رجایی و همکاران [۱۷] |
| | ۲۰۱۰ | جاسکوسکی و همکاران، [۱۸] |
| مدل‌های فازی | ۲۰۰۹ | پلیوانکوویچ، [۱] پادی و مهاپاترا، [۸] رزمی و همکاران، [۹] |
| | ۲۰۰۸ | سرکان جنج و همکاران [۶] |
| | ۲۰۰۸ | رزمی و همکاران [۴] |
| مدل‌های هوش مصنوعی | ۲۰۰۹ | دیوید بارتز و همکاران [۱۹] |
| | ۲۰۰۹ | جان [۲۰] |
| مدل‌های استدلال شهودی | ۲۰۰۶ | استومز و همکاران [۲۱] |

معیارهای تأثیرگذار، در این پژوهش با استفاده از آیین‌نامه‌ی طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران^[۲۴] و نظرخواهی از تصمیم‌گیرندگان، معیارها انتخاب می‌شود.

۵. مدل پیشنهادی

با توجه به استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه و وجود برخی مشکلات، نظیر نادیده گرفتن برخی جنبه‌ها و ویژگی‌هایی که ممکن است در روش فرایند تحلیل شبکه‌یی تعریف یا گنجانده نشود، برای رفع این نواقص مدلی تحت عنوان «فرایند تحلیل شبکه‌یی ابتکاری برای پروژه‌های عمرانی» پیشنهاد می‌شود. چنان که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در مرحله اول از طریق جمع‌آوری اطلاعات و نظرسنجی بین خبرگان سازمان و سپس با توجه به آیین‌نامه‌ی مصوب برای تشخیص صلاحیت پیمانکاران (۱۳۸۶)، معیارها انتخاب می‌شود؛ در اکثر موارد این معیارها عبارت‌اند از: توانایی انجام کار، قیمت پیشنهادی، تجهیزات، تسهیلات و... سپس با استفاده از دستورالعمل‌های موجود در آیین‌نامه‌ی مذکور و با نظر خبرگان سازمان از طریق مقایسات زوجی در روش تحلیل شبکه‌یی به رتبه‌بندی ترتیبی و سپس وزن‌دهی معیارها می‌پردازیم. در مرحله بعد با توجه به اهمیت قیمت پیشنهادی و تأثیر مهم این قیمت‌ها بر روند پروژه، نسبت به تعیین قیمت پایه اقدام می‌شود؛ این قیمت برای ارزیابی قیمت‌های پیشنهادی پیمانکاران مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به این که روش تحلیل شبکه‌یی قابلیت بررسی و تحلیل قیمت پیشنهادی براساس قیمت پایه را ندارد، برخی از محققین روش‌های گوناگونی مطرح کردند که از طریق آنها بتوانند به تحلیل قیمت پیشنهادی ارائه شده توسط پیمانکاران براساس قیمت پایه بپردازند. در برخی روش‌ها هنگامی که قیمت پیشنهادی پیمانکار در کران بالا و پایین قیمت پایه قرار نگیرد آن زیرمعیار حذف می‌شود و مورد قرار بررسی نمی‌گیرد که در واقع، ایراد این روش است. در سازمان‌ها، تعیین قیمت پایه صرفاً برای ارزیابی هزینه‌ی پروژه نیست. در نظر گرفتن قیمت پایه و تعریف کران پایین و بالا برای هر زیرمعیار به منظور تحلیل قیمت، بررسی قیمت پیشنهادی ارائه شده توسط پیمانکار، و مقایسه‌ی آن با کران پایین و بالا، نشان‌گر توانایی اجرای پروژه توسط پیمانکار و همچنین میزان آشنایی پیمانکار با پروژه است. مثلاً هنگامی که قیمت پیشنهادی در یک زیرمعیار از کران بالا و پایین عبور کند برای نخبگان سازمان چنین تلقی می‌شود که پیمانکار هیچ آشنایی با زیرمعیار مربوطه ندارد و ممکن است میزان قابلیت‌های پیمانکار برای انجام کار زیر سؤال رود. در روش‌های پیشین (روش‌های تجربی که در آن از روش قیمت پیشنهادی استفاده شده)، اگر پیمانکاری برای چند زیرمعیار

چندمعیاره مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، با توجه به اهمیت دقت نتیجه‌ی حاصل از تحلیل در فرایند انتخاب پیمانکاران برای مدیران ارشد و از طرف دیگر با توجه به تأثیرگذاری سطوح مختلف بر یکدیگر (یعنی معیارها از یکدیگر مستقل نیستند)، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده خواهد شد.

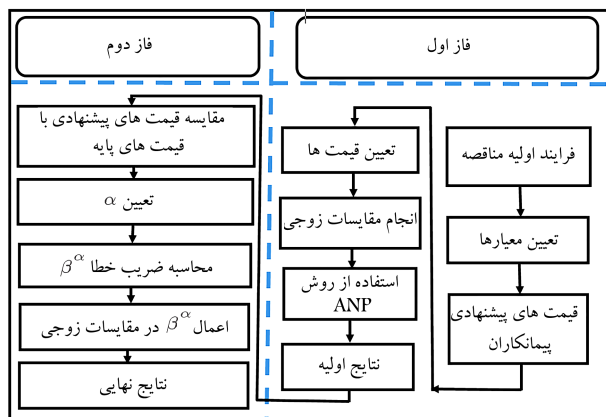
۳. فرایند تحلیل شبکه‌یی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در دهه‌ی ۷۰ میلادی توسط توماس ال ساعتی ارائه شد. این روش که مبتنی بر تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده است،^[۲۲] روشی است که رفتار طبیعی و تفکر انسانی را منعکس می‌کند و تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد که تعاملی بین معیارهای مختلف در موقعیت‌های پیچیده و غیر ساختاری ارائه دهد.^[۲۳] اما نکته‌ی بسیار ویژه و قابل توجه در تحلیل سلسله‌مراتبی این است که بخش‌ها یا شاخه‌های بالاتر سلسله‌مراتب، مستقل از بخش‌ها و سطوح پایین‌تر است در حالی که در بسیاری از تصمیمات مهمی که در روزمره با آنها درگیر می‌شویم از توانایی سلسله‌مراتبی عناصر تصمیم فراتر است؛^[۲۴] لذا ساعتی (۱۹۹۶) مدل تحلیل فرایند شبکه‌یی را ارائه کرد. فرایند تحلیل شبکه‌یی نیز زاینده‌ی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است اما به‌طور قدرت‌مندتر با تصمیمات پیچیده و روابط پیچیده‌ی معیارها مواجه می‌شود. حتی در مسائلی که فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در حل مسائل شکست می‌خورد، تحلیل فرایند شبکه‌یی راهکاری مناسب برای آنها تلقی می‌شود. فرایند تحلیل شبکه‌یی وابستگی‌های داخلی و خارجی بین معیارها را در نظر می‌گیرد؛ تحلیل فرایند شبکه‌یی برای حل مسائلی مناسب است که بین معیارهای آنها روابط پیچیده و متقابل حاکم است.^[۲۱] به‌طور کلی، تفاوت روش تحلیل شبکه‌یی با روش تحلیل سلسله‌مراتبی در دو نکته است:^[۱۹]

- در فرایند تحلیل شبکه‌یی، وابستگی‌های درون‌خوشه‌یی (وابستگی درونی) و میان‌خوشه‌یی (وابستگی برون) مدنظر قرار می‌گیرد در صورتی که در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی این وابستگی‌ها در نظر گرفته نمی‌شود.
- فرایند تحلیل شبکه‌یی برخلاف تحلیل سلسله‌مراتبی ساختاری غیرخطی دارد.

۴. معیارهای انتخاب پیمانکار

در انتخاب پیمانکار دو دیدگاه عمده وجود دارد. در دیدگاه اول، انتخاب پیمانکار تنها براساس یک معیار صورت می‌گیرد و اگر معیارهای دیگری نیز وجود داشته باشد آنقدر کم‌اهمیت‌اند که در اکثر مواقع از آنها چشم‌پوشی می‌شود. این دیدگاه بیشتر در سازمان‌هایی مشهود است که توانایی مالی کمی دارند؛ در این موارد سازمان‌ها تنها براساس قیمت پیشنهادی، پیمانکاران را انتخاب می‌کنند. چنان که گفته شد این امر باعث به وجود آمدن مشکلات زیادی در سازمان‌ها می‌شود. در دیدگاه دوم، تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تری نسبت به دیدگاه اول انجام می‌گیرد زیرا انتخاب پیمانکار مناسب بر اساس معیارهای مختلف انجام می‌شود. در واقع با افزایش پیچیدگی و پویایی پروژه‌های ساختمانی و بی‌ثباتی محیط و شرایط آینده، استفاده از روش تک‌معیاره دارای خطرات زیادی هستند و ممکن است زیان‌های زیادی را برای سازمان‌ها ایجاد کند. در این بین همان‌طور که ذکر شد (جدول ۱ و بخش ۲) روش‌های زیادی برای انتخاب پیمانکار توسط محققین بیان شده است که در این پژوهش از روش تحلیل شبکه‌یی استفاده خواهد شد. با توجه به الزامات این روش در بررسی



شکل ۱. مراحل مدل پیشنهادی.

قیمت خیلی زیاد یا خیلی کم مطرح می‌کرد، با حذف آن زیرمعیار از اشتباه پیمانکار صرف‌نظر می‌شد. با بررسی پژوهش‌های علمی و تجربی در دسترس، استفاده از تحلیل قیمت پیشنهادی و تأثیر آن بر توانایی انجام کار به درستی مورد توجه قرار نگرفته است. در پژوهش حاضر مدل ارائه شده این موضوع مورد توجه قرار گرفته و با توجه به آن نقص مدل‌های گذشته نیز برطرف شده است. مراحل عمومی مدل پیشنهادی در شکل ۱ آمده است و در ادامه به تفصیل به شرح این مراحل خواهیم پرداخت.

۱.۱.۵. فاز اول: استفاده از روش ANP

روش تحلیل شبکه‌ی جزء روش‌های غیرجبرانی است. این روش دارای چهار گام اصلی است که به ترتیب در ذیل بیان می‌شود.

۱.۱.۵.۱. تعیین هدف و معیارهای مدنظر

در پروژه‌های عمرانی معیارهای گوناگونی برای تصمیم‌گیرندگان و صاحبان پروژه‌ها وجود دارد. در این پژوهش با توجه به نظرخواهی از تصمیم‌گیرندگان و با توجه به آیین‌نامه‌ی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی (۱۳۸۶) چهار معیار برای برون‌سپاری انتخاب شد:

- توانایی مالی: با توجه به پیچیدگی‌های فراوانی که در محیط پیرامون جریان دارد، وجود نقطه‌ی اتکالی که هم پیمانکار و هم کارفرما بتوانند به آن اطمینان داشته باشند، مهم و ضروری است. توانایی مالی که پیمانکار در اجرای پروژه باید داشته باشد، یک پشتیبان مهم در حیات پروژه تلقی می‌شود. طبق آیین‌نامه‌ی طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران (۱۳۸۶)، برای محاسبه‌ی امتیاز توان مالی از رابطه‌ی ۱ استفاده می‌شود:

$$P_i = 0.5P_{t_i} + 1.5P_{c_i} + P_i \quad (1)$$

که در آن، P_{t_i} گردش مالی برحسب میلیون ریال، P_{c_i} توان مالی جاری (تفاضل دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری) برحسب میلیون ریال، P_i توان مالی بلندمدت (تفاضل دارایی‌های ثابت و بدهی‌های بلندمدت) برحسب میلیون ریال. [۲۴]

- توانایی انجام کار: اهمیت این معیار بدان سبب است که کارفرمایان در اجرای پروژه‌ها می‌توانند به‌وسیله‌ی آن به پیمانکاران اعتماد کنند. از جمله موارد مهم در این معیار «حسن سابقه‌ی پیمانکار»، «سابقه و تجربه در پروژه‌های مشابه»، و «میزان آشنایی پیمانکار با پروژه‌ی مورد نظر» است.

- تجهیزات و تسهیلات: معیار دیگری که به سازمان این اطمینان را می‌دهد که پیمانکار می‌تواند در زمان معین با توجه به قیمت مشخص‌شده پروژه را تحویل دهد، وجود تجهیزات و تسهیلات مناسب و متناسب با پروژه است. پیشرفته بودن و تخصصی بودن تجهیزات و تسهیلات، تعداد تجهیزات در دسترس، و سطح تحصیلات و تخصص افراد در دسترس از جمله موارد چشمگیری است که سازمان‌ها در ارزیابی تجهیزات و تسهیلات به آن توجه دارند.

- قیمت پیشنهادی: در پروژه‌های مختلف -- به‌ویژه در پروژه‌های عمرانی -- یکی از مهمترین معیارها، معیار قیمت پیشنهادی است. این معیار تقریباً در تمامی پروژه‌ها جزء معیارهای اصلی است.

۲.۱.۵. ترسیم ساختار تحلیل شبکه

در این گام، معیارها و زیرمعیارها (خوشه‌ها و عناصر داخلی)، اهداف و گزینیه‌ها بررسی می‌شود. در این ساختار، روابط بین تمامی عناصر -- به‌گونه‌ی که در ذهن

انسان به‌صورت ارتباطات پیچیده تجسم شود -- تعیین می‌شود. چنان‌که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، نمای شماتیکی از ساختار شبکه‌ی بی به نمایش گذاشته شده است. ممکن است روابط موجود به‌صورت لوپ، رفت و برگشتی (دوسویی) و یک‌طرفه بیان شود که نشان‌دهنده ساختار تحلیل شبکه‌ی بی با ساختار سلسله‌مراتبی متفاوت است و فقط از ارتباطات یک‌طرفه سود می‌برد.

۳.۱.۵. جدول مقایسات زوجی با توجه به روابط شبکه

در این گام با توجه به روابط موجود بین خوشه‌ها و زیرخوشه‌ها، مقایسات زوجی براساس نظر تصمیم‌گیرندگان تهیه می‌شود. در منابع موجود، مقایسات زوجی به دو صورت انجام می‌شود:

۱. از طریق وزن‌هایی که از سوی تصمیم‌گیرندگان ارائه شده است وزن‌های عناصر بر هم تقسیم می‌شوند و ماتریس تصمیم به دست می‌آید (رابطه‌ی ۲): [۲۱]

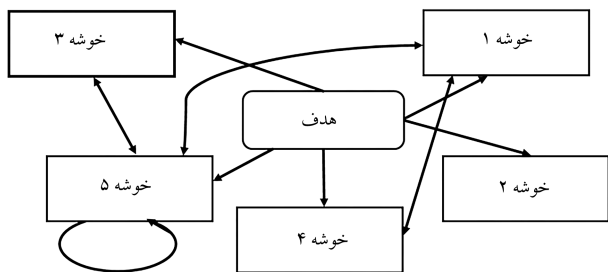
$$W = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

که در آن w_i مقدار وزن و ارزش‌هایی است که با توجه به نظر خبرگان به معیارها تخصیص یافته است.

۲. عناصر براساس طیف امتیازی که در جدول ۲ آمده است نسبت به هم مقایسه می‌شوند. این طیف‌ها دارای انواع ۵ تایی و ۹ تایی هستند که در شکل ۲، نوع ۵ تایی آن نمایش داده شده است.

۴.۱.۵. به دست آوردن رتبه‌بندی وزنی

با توجه به وزن‌های به دست آمده از جداول مقایسات زوجی برای عناصر مرتبط با تصمیم، آنها به ابرماتریس انتقال داده می‌شوند و با حاصل ضرب ابرماتریس (ماندارا)



شکل ۲. نمونه‌ی بی از ساختار تحلیل شبکه‌ی بی.

جدول ۲. ماتریس مقداردهی در ماتریس‌های مقایسات زوجی.

| مقایسه‌ی نسبی شاخص i بر j (در رابطه با هدف مورد نظر) | درجه‌ی اهمیت نسبی (امتیاز) |
|---|-------------------------------|
| اهمیت مساوی | ۱ |
| اهمیت ضعیف i بر j | ۳ |
| اهمیت قوی i بر j | ۵ |
| اهمیت خیلی قوی i بر j | ۷ |
| اهمیت مطلق i بر j | ۹ |

امتیازات ۲، ۴، ۶، و ۸ بیان‌گر ارزش‌های واسطه بین قضاوت‌های فوق هستند

در خود، سطرهای ابرماتریس به اعداد معینی همگرا می‌شوند که نشان‌دهنده وزن‌های نهایی گزینه‌ها هستند.

۲.۵. فاز دوم

در این مرحله با توجه به وزن‌هایی که از مرحله قبل (فرایند تحلیل شبکه) به دست آمده و با توجه به تعریف قیمت پایه در معیار قیمت پیشنهادی و از طریق نمایش گرافیکی و تحلیلی نرم‌افزار اکسل، قیمت‌های پیشنهادی پیمانکاران با قیمت پایه مقایسه می‌شود. در این مقایسه، حدودی به عنوان «کران انحراف» تعیین می‌شود؛ کران انحراف دارای کران بالا و کران پایین است. کران بالا را «پلوس»^{۱۲} و کران پایین را «مینوس»^{۱۳} می‌نامند، اگرچه در اکثر پروژه‌های پیمانکاری از مینوس و پلوس استفاده می‌شود اما نحوه به‌کارگیری و لحاظ آنها با مشکلات و معایبی همراه است. چنان‌که گفته شد در برخی روش‌ها، هنگامی که قیمت پیشنهادی پیمانکار در معیاری در کران بالا و پایین قیمت پایه قرار نگیرد آن زیرمعیار حذف می‌شود یا در روشی دیگر، از سیستم امتیازدهی به قیمت پیشنهادی استفاده می‌کند که اگر از کران‌ها عبور کرد، امتیاز ضعیف یا خیلی ضعیف به این زیرمعیار تعلق می‌گیرد و باعث کم شدن امتیاز پیمانکار می‌شود. تفاوت عمده این روش، تحلیل صحیحی از قیمت پیشنهادی با توجه به قیمت پایه و کران‌های آن است؛ در این روش با در نظر گرفتن تأثیرات قیمت پیشنهادی بر توانایی انجام کار برای اولین بار، این تأثیرات مدنظر قرار می‌گیرد. چنانچه میزان انحرافات در زیرمعیارها (آیتم‌ها)، از این حدود تعریف شده برای قیمت پیشنهادی خارج شود، آن آیتم را به‌عنوان اختلاف بی‌معنی به حساب آورده و سپس با توجه به مجموع تعداد اختلاف معنادار ضریبی به اندازه β^α (توسط مهندسان فنی به عنوان «مقدار ثابت جریمه» تعریف می‌شود که همواره کم‌تر از ۱ است و α نیز تعداد آیتم‌هایی است که از کران‌های تعریف شده عبور کرده‌اند). در میزان امتیاز آیتم توانایی انجام کار ضرب می‌شود. سپس با توجه به مقادیر به دست آمده و تغییرات حاصله، مجدداً فرایند تحلیل شبکه‌یی انجام می‌شود و نتایج نهایی به دست می‌آید. به عبارت دیگر مطابق شکل ۳، و با توجه به نظر تصمیم‌گیرندگان ممکن است چند معیار وجود داشته باشد که قیمت‌های پیشنهادی بر آنها تأثیرگذار باشد و معیارهایی نیز وجود داشته باشد که معیارهای متأثر از قیمت پیشنهادی بر آنها تأثیرگذار باشد. در شکل ۳ به‌طور شماتیک چگونگی تأثیرپذیری خوشه معیار a از خوشه‌ی قیمت پیشنهادی و اثرگذاری بر خوشه‌ی معیار b نمایش داده شده است. امتیاز نهایی معیارها یا زیرمعیارهای متأثر از قیمت‌های پیشنهادی، از ضرب امتیاز اولیه در ضریب β^α به دست می‌آید. اگر معیاری از این معیار تأثیر پذیرفته باشد، باید امتیازش با توجه به امتیاز نهایی تعیین شده مورد بررسی قرار گیرد. برای به دست آوردن ماتریس مقایسات

جزئی و سپس حل نهایی مسئله، باید امتیاز هر پیمانکار در هر معیار مشخص شود؛ امتیاز اولیه (ν_γ) را خبرگان سازمان با توجه به مدارک پیمانکار مشخص می‌کنند. چنان‌که در رابطه‌ی ۳ مشخص است، با توجه به مقدار β^α به دست آمده برای هر پیمانکار از ضرب مقدار β^α در امتیاز اولیه (ν_γ)، امتیاز جدید (ν'_γ) پیمانکار برای معیار مربوطه به دست می‌آید که در مرحله‌ی بعد نیز جدول مقایسات زوجی را با توجه به امتیازات جدید پیمانکاران ترسیم می‌کنند. تغییرات حاصله در جدول ۳ نمایش داده شده است و در آخر با استفاده از همان روند قبلی در روش فرایند تحلیل شبکه‌یی، نتایج نهایی به دست می‌آیند.

$$\nu'_\gamma = \nu_\gamma \times \beta^\alpha \quad (3)$$

که در آن، β ضریب جریمه که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود، α تعداد خطاهای بی‌معنی، ν_γ امتیاز اولیه، ν'_γ امتیاز ثانویه با توجه به تأثیرات قیمت پیشنهادی.

۶. مطالعه‌ی موردی

مناقصه‌ی نصب و ساخت سقف‌های گنبدی مصالحی اصفهان با استفاده از روش پیشنهادی در سال ۱۳۹۲ انجام شد. در این مناقصه پس از بررسی نوع معماری پیمانکاران که باید مطابق معماری اسلامی باشد، شش پیمانکار واجد شرایط لازم برای شرکت در مناقصه بودند. قیمت‌های پیشنهادی (نهایی) پیمانکاران حاضر در مناقصه در جدول ۴ آمده است.

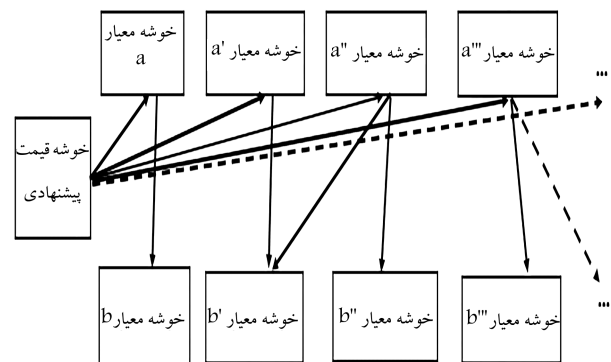
با توجه به نظرات مدیران عالی، مشاوران و مهندسان در مصالح معیارهایی همچون قیمت پیشنهادی، مالی، توانایی انجام کار، و تجهیزات و تسهیلات مورد استفاده قرار گرفت. معیار تجهیزات و تسهیلات -- به اختصار «تج» -- به سه زیرمعیار کلی تقسیم می‌شود: تج ۱ شامل پیشرفته بودن و تخصصی بودن تجهیزات و تسهیلات؛ تج ۲ شامل تعداد تجهیزات در دسترس؛ و تج ۳ شامل سطح تحصیلات و تخصص افراد در دسترس. معیار توانایی انجام کار -- به اختصار «تاک» -- به سه زیرمعیار کلی تقسیم شده است: تاک ۱ شامل حسن سابقه‌ی پیمانکار؛ تاک ۲ شامل سابقه‌ی کاری و تجربه‌ی پیمانکار؛ تاک ۳ شامل مقدار آشنایی و رابطه‌ی پیمانکار با کارفرمایان پروژه.

جدول ۳. مقایسات زوجی با توجه به امتیازات جدید پیمانکاران.

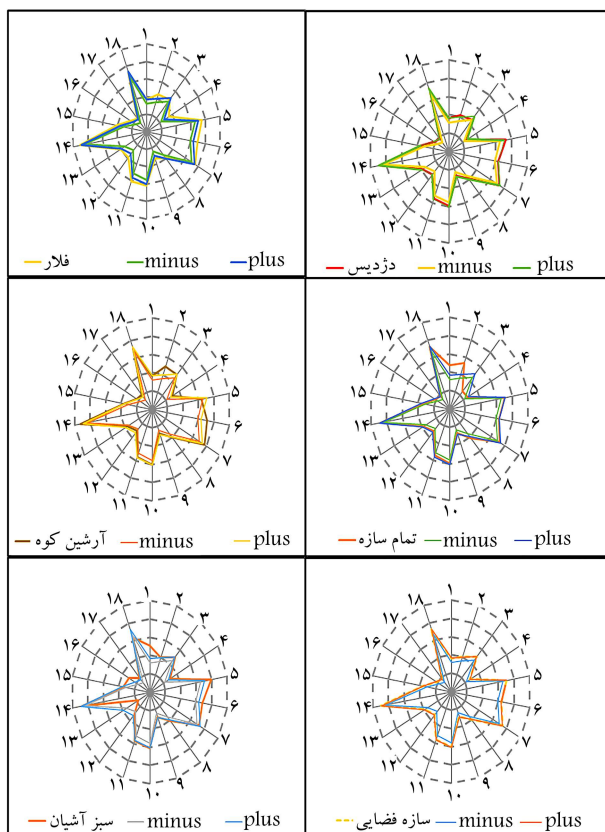
| | b_k | b_j | b_i | |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| b_i | ν'_i/ν'_k | ν'_i/ν'_j | ۱ | |
| b_j | ν'_j/ν'_k | ۱ | ν'_j/ν'_i | |
| b_k | ν'_k/ν'_i | ν'_k/ν'_j | ۱ | |

جدول ۴. قیمت‌های پیشنهادی (نهایی) پیمانکاران پروژه‌ی مصالحی اصفهان.

| پیمانکار | قیمت پیشنهادی (ریال) |
|------------|----------------------|
| سبز آشیان | ۴۵۲۴۴۹۳۲۹۴۲ |
| فلاور | ۵۴۸۳۹۷۸۹۷۱۶ |
| آرشین کوه | ۵۹۶۴۵۲۹۱۴۷۹ |
| دژدیس | ۴۰۱۷۹۴۱۶۹۳۹ |
| تمام سازه | ۴۰۵۲۹۹۷۱۹۷۲ |
| سازه فضایی | ۴۴۳۹۷۱۶۳۴۳۶ |



شکل ۳. روابط خوشه قیمت پیشنهادی با خوشه‌های بعدی.



شکل ۵. نمایش اختلاف قیمت‌های پیشنهادی با قیمت پایه.

۱.۶. فاز دوم

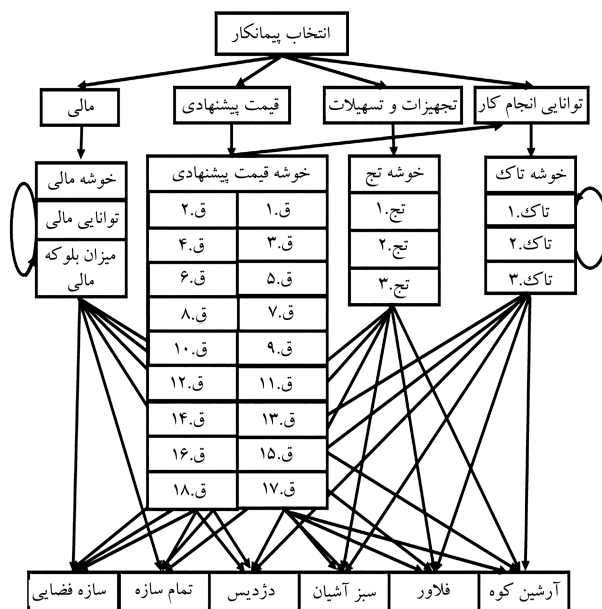
در این فاز مهندسان، مراحل ساخت سقف‌های مصالح را به ۱۸ قسمت تقسیم کردند و با توجه به مسائلی همچون شرایط اقتصادی، سیاسی و... قیمت‌های پایه‌ی را برای هر ۱۸ قسمت تعیین کردند. در مرحله‌ی فراخوان مناقصه برای هر ۱۸ قسمت، از پیمانکاران شرکت‌کننده در مناقصه درخواست قیمت‌های پیشنهادی می‌شود، اما عمدتاً قیمت‌های پیشنهادی با قیمت پایه در نظر گرفته شده اختلاف داشتند. سپس برای قیمت‌های پایه با توجه به نظر تصمیم‌گیرندگان محدوده‌ی تعریف شد. این محدود دارای مینوس و پلاس است. مهندسان برای هر ۱۸ قسمت سقف مصفی میزان پلاس را ۴۰ درصد بیشتر از قیمت پایه و میزان مینوس را ۲۰ درصد کم‌تر از قیمت پایه تعیین شده در نظر گرفتند. در شکل ۵ اختلاف‌های موجود بین قیمت پیشنهادی پیمانکاران در مقایسه با کران‌های تعیین شده، با استفاده از قیمت پایه به‌وسیله‌ی نمودار رادار به نمایش درآمد. تعداد اختلاف‌های بی‌معنای موجود در قیمت‌های پیشنهادی در جدول ۶ ارائه شده است؛ با نظر مهندسان $\beta = 0.9$ لحاظ شد.

پیش‌تر گفته شد که در این پروژه نخبگان قیمت‌های پیشنهادی را مؤثر بر خوشه توانایی انجام کار ارزیابی کردند و لذا مقدار ضریب β^{α} در امتیاز اولیه‌ی پیمانکاران در مقایسه با زیرخوشه‌های توانایی انجام کار، ضرب می‌شود. قابل توجه است که امتیاز اولیه متناسب با نظر نخبگان سازمان براساس مدارک پیمانکار و براساس طیف لیکرت (پنج‌تایی) تهیه شده است. در جدول ۷ امتیازات جدید با توجه به تأثیر β^{α} ثبت شده است.

در ادامه با توجه به جدول ۷، ارزش‌های ثانویه‌ی پیمانکاران نسبت به

معیار مالی نیز به دو زیرمعیار کلی تقسیم شده است: توانایی مالی و میزان بلوکه شدن مالی. معیار قیمت پیشنهادی نیز براساس نظر متخصصین و مهندسان فنی مورد بررسی قرار گرفت و بعد از تفکیک مراحل پروژه، به ۱۸ آیت اصلی تقسیم‌بندی شد. این ۱۸ زیرمعیار به اختصار «ق» نامیده شدند. در شکل ۴ ارتباطات موجود بین هدف، معیارهای (خوشه‌های) اصلی و زیرمعیارهای آنها، و نیز پیمانکاران موجود در مناقصه نشان داده شده است.

پس از تعیین روابط بین عناصر اصلی و فرعی (خوشه‌ها و زیرخوشه‌ها) جداول مقایسات زوجی توسط تصمیم‌گیرندگان اصلی نظرخواهی شد. سپس با کمک نرم‌افزار ابردیسژن جداول مقایسات زوجی از نظر سازگاری و ناسازگاری‌های قابل قبول مورد بررسی قرار گرفت و وزن‌های مربوطه به دست آمد. در ادامه با تشکیل ابرماتریس و بررسی نتایج که از ابرماتریس اوزان -- حاصل وزن‌های جداول زوجی با توجه به روش تحلیل شبکه‌ی -- به دست آمد، در بین شش پیمانکار حاضر در این مناقصه، نتایج اولیه با در نظر گرفتن مدل پیشنهادی مطابق جدول ۵ ارائه شد. با توجه به نتایج فوق و فرایند تحلیل شبکه‌ی معمولی، شرکت فلور باید به‌عنوان پیمانکار انتخاب شود.



شکل ۴. ساختار شبکه‌ی انتخاب پیمانکار پروژه‌ی مصلا‌ی اصفهان.

جدول ۵. اوزان اولیه‌ی پیمانکاران مطابق مدل پیشنهادی.

| گراف | پیمانکار | نرمال |
|------|------------|----------|
| | آرشین کوه | ۰/۱۹۸۶۶۹ |
| | تمام سازه | ۰/۱۳۴۱۳۱ |
| | دژدیس | ۰/۱۷۹۵۲۶ |
| | سازه فضایی | ۰/۲۵۱۱۲۷ |
| | سبز آشیان | ۰/۷۱۵۱۰ |
| | فلور | ۰/۱۶۵۰۳۷ |







جدول ۶. تعداد اختلاف‌های معنادار در قیمت پیشنهادی پیمانکاران.

| پیمانکار | α | β^{α} |
|------------|----------|------------------|
| سازه فضایی | صفر | ۱ |
| آرشین کوه | ۹ | ۰٫۳۸۷ |
| تمام سازه | ۴ | ۰٫۶۵۶ |
| دژدیس | ۲ | ۰٫۸۱ |
| فلاور | ۱۴ | ۰٫۲۹۹ |
| سبزآشیان | ۱۲ | ۰٫۲۸۲ |

جدول ۷. تأثیرات اختلاف‌های معنادار بر امتیازات زیرمعیارهای توانایی انجام کار.

| تاک ۱. | تاک ۲. | تاک ۳. | |
|--------|--------|--------|------------|
| ۵ | ۵ | ۷ | سازه فضایی |
| ۲٫۶۴۶ | ۲٫۶۴۶ | ۱٫۹۳۵ | آرشین کوه |
| ۳٫۲۸ | ۳٫۲۸ | ۱٫۹۶۸ | تمام سازه |
| ۴٫۰۵ | ۵٫۰۷ | ۴٫۰۵ | دژدیس |
| ۱٫۶۰ | ۲٫۰۵۸ | ۱٫۱۴۳ | فلاور |
| ۰٫۸۴۶ | ۰٫۲۸۲ | ۰٫۸۴۶ | سبزآشیان |

جدول ۸. اوزان نهایی پیمانکاران مطابق مدل پیشنهادی.

| گراف | پیمانکار | نرمال |
|---|------------|----------|
|  | آرشین کوه | ۰٫۱۸۵۶۴۶ |
|  | تمام سازه | ۰٫۱۳۵۷۳۰ |
|  | دژدیس | ۰٫۱۶۱۹۶۱ |
|  | سازه فضایی | ۰٫۲۰۳۵۱۸ |
|  | سبزآشیان | ۰٫۰۹۵۴۶۸ |
|  | فلاور | ۰٫۲۱۷۶۷۷ |

زیرمعیارهای توانایی انجام کار محاسبه شده است و با استفاده از نرم‌افزار ابردسیژن نتایج جدید حاصل می‌شود که همان نتایج نهایی براساس مدل پیشنهادی است (جدول ۸).

طبق نتیجه نهایی، پیمانکار سازه‌ی فضایی در رتبه‌ی اول قرار گرفت. این در حالی است که در روش معمول که از فرایند تحلیل شبکه‌ی استفاده شده است، نتیجه بر پیروزی پیمانکار فلاور دلالت داشت. فلاور در نتیجه نهایی در رتبه‌ی ۴ قرار گرفت که بر اهمیت بسیار زیاد تأثیر تحلیل قیمت پیشنهادی دلالت دارد. رده‌بندی‌های پیمانکاران در مقایسه با نتایج حاصل از روش معمول و روش پیشنهادی در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹. مقایسه‌ی نتایج حاصله.

| رده‌بندی | نتیجه اولیه | نتیجه ثانویه |
|----------|-------------|--------------|
| ۱ | فلاور | سازه فضایی |
| ۲ | سازه فضایی | آرشین کوه |
| ۳ | آرشین کوه | دژدیس |
| ۴ | دژدیس | فلاور |
| ۵ | تمام سازه | تمام سازه |
| ۶ | سبزآشیان | سبزآشیان |

۷. نتیجه‌گیری

در دنیای کسب و کار امروز با تغییرات فراوان و اهمیت زمان در تصمیم‌گیری‌ها برای اجرای یک پروژه، وجود دستورالعمل‌ها یا راه‌حلهایی که تصمیم‌گیرندگان را در تصمیم‌گیری با حداکثر دقت و صحت و همچنین سهل و آسان بودن کاربری آن یاری دهد، امری مهم و ضروری است. اگرچه در سال‌های اخیر راه‌حل‌های گوناگونی برای انتخاب پیمانکار ابداع شده، تصمیم‌گیرندگان تمایلی به کاربرد آنها نشان نداده‌اند. دلایل این امر عبارت است از:

- پیچیدگی و نامفهومی طرزکار روش ابداعی برای تصمیم‌گیرنده؛
- لزوم مقدمات و اطلاعات زیادی در استفاده از روش؛
- فقدان پایه و ساختار مناسب در به‌کارگیری؛
- عملی نبودن در برخی موارد و صرفاً نظری بودن راه حل و روش؛
- عدم جواب‌گویی مدل مفروض در اهمیت معیارهای مدنظر تصمیم‌گیرندگان؛
- نیاز به یک گروه متخصص و صرف هزینه و زمان زیاد؛
- فاصله‌ی کاربردی روش‌های ابداعی با روش‌های سنتی، و به‌عبارتی عدم به‌کارگیری و استفاده از روش‌های تجربی در روش‌های ابتکاری.

بنابراین وجود راه حل قابل اطمینان و مؤثر با ساختاری ساده و سریع‌الفهم برای تصمیم‌گیرندگان و همچنین با قابلیت حداکثری در بیشتر موارد لازم است. لذا در این پژوهش سعی شد با توجه به بررسی و اخذ بهترین روش موجود در بین روش‌های ارائه شده در سال‌های اخیر و با استفاده از روش‌های معمول مورد استفاده‌ی تصمیم‌گیرندگان، یک مدل پیشنهادی تلفیقی ارائه شود که در حین سادگی، برای تصمیم‌گیرندگان قابل فهم و راضی‌کننده باشد و نیز بتواند تلفیقی از تجربه و علم نظری را در عرصه‌ی کاربرد و عمل به اجرا در آورد؛ و از سوی دیگر مدل پیشنهادی در حین دقت دارای سابقه و مقبولیت خاص بین کاربران باشد. لذا پیشنهاد می‌شود که با وجود محدودیت‌هایی که در این پژوهش وجود داشته است، از روش ارائه شده در صنایع و سازمان‌های تصمیم‌گیرنده‌ی بیشتری استفاده شود تا علاوه بر کاربردهای مختلف در صنایع و سازمان‌های مختلف، شرایط اعتبارسنجی بیشتری برای این روش تلفیقی در انتخاب پیمانکار فراهم شود.

پانوشتها

1. analytic network process (ANP)
2. analytic hierarchy process (AHP)
3. bespoke approaches
4. multi-attribute analysis
5. multi-attribute utility theory
6. multi regression
7. cluster analysis
8. fuzzy set theory
9. multivariate discriminate analysis
10. multiple attribute decision making
11. multiple objective decision making
12. Plus
13. Minus

منابع (References)

1. Plebankiewicz, E. "Contractor prequalification model using fuzzy sets", *Journal of Civil Engineering and Management*, **15**(4), pp. 377-385 (2009).
2. El-Abbasy, M.S., Zayed, T., Ahmed, M., Alzraiee, H. and Abouhamad, M. "Contractor selection model for highway projects using integrated simulation and analytic network process", *J. Constr. Eng. and Management*, **139**(7), pp. 755-767 (2013).
3. Singh, D., and Tiong, R. "Contractor selection criteria: Investigation of opinions of Singapore construction practitioners", *J. Constr. Eng. and Manage.*, **132**(9), pp. 998-1008 (2006).
4. Razmi, J., Haleh, H. and Meshkinfam, S. "Design a new model for decision support for the evaluation and selection of construction contractors tendering (in Iran)", *College of Engineering*, **41**(7), pp. 897-909 (2007).
5. Asghar Zadeh, E. and Nasrollahi, M. "Identifying and weighting factors influencing the selection of contractors in construction projects", *Management Research*, **1**(II), pp. 105-122 (2008).
6. Genç, S., Kurt, M. and Akay, D. "A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method", *Expert Systems with Applications*, **36**(8), pp. 11363-11368 (October 2009).
7. Lotfi, A. "Management of construction projects", Tehran: Portrait of knowledge, **5**, (2001).
8. Padhi, S.S. and Pratap, K.J.M. "Contractor selection in government procurement auctions: A case study", *European Journal of Industrial Engineering*, **3**(2), pp. 170-186 (2009).
9. Razmi, J., Rafei, H. and Hashemi, M. "Designing a decision support system to evaluate and select suppliers using fuzzy analytic network process", *Computers & Industrial Engineering*, **57**(4), pp. 1282-1290 (2009).
10. Marzouk, M. "A superiority and inferiority ranking model for contractor selection", *Construction Innovation*, **8**(4), pp. 250-268 (2008).
11. Bagherzade Azar, M. and Alam Tabriz, A. "Integration of ANP and fuzzy TOPSIS adjusted for selecting strategic supplier", *Journal of Management*, Spring, **II**(III), pp. 149-181 (2009).
12. Ahmadvand, A.M. and Farhad, Z.B. "Proposing a meta-heuristic method for solving network problems", *Journal of Innovation and Creativity in Human Science*, **1**(3), pp. 167-188 (2010).
13. Bagherzade Azar, M. and Alam Tabriz, A. "Multi-criteria decision fusion model for supplier selection strategy", *Journal of Business Strategies, Journal of Shahed University*, (2), pp. 41-54 (2012).
14. Ordoobadi, S.M. and Wang, S. "A multiple perspectives approach to supplier selection", *Industrial Management & Data Systems*, **111**(4), pp. 629-648 (2011).
15. Baykasoglu, A., Ozbay, E., Gogus, M.T., Oztas, A. "Contractor selection with multi criteria decision support tools", *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, **4**(2), pp. 174-197 (2009).
16. Hatush, Z. and Skitmore, M. "Contractor selection using multicriteria utility theory: An additive model", *Building and Environment*, **33**(2), pp. 105-115 (1998).
17. Rajaei, R., Gholipour, R. and Jandaghi, G. "Contractor selection in MCDM context using fuzzy AHP", *Iranian Journal of Management Studies (IJMS)*, **7**(1), pp. 151-173 (January 2014).
18. Jaskowski, P., Biruk, S. and Bucon, R. "Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment", *Automation in Construction*, **19**(2), pp. 120-126 (March 2010).
19. Barnes, D., Luo, X., Wu, C. and Rosenberg, D. "Supplier selection in agile supply chains: An information-processing model and an illustration", *Journal of Purchasing and Supply Management*, **15**(4), pp. 249-262 (December 2009).
20. Juan, Y.-K. "A hybrid approach using data envelopment analysis and case-based reasoning for housing refurbishment contractors selection and performance improvement", *Expert Systems with Applications*, Part 1, **36**(3), pp. 5702-5710 (2009).
21. Snomez, M. "A review and critique of supplier selection process and practices", Business School Occasional Papers Series Paper (2006).
22. Asgharpour, M.J., *Multiple Criteria Decision Making*, Tehran: Tehran University, Tenth Edition, 298 p. (2011).
23. Ataie, M., *Multi-Criteria Decision Making*, Shahrood University Press, First Edition (2010).
24. Classification Regulations and the Competency of Contractors, Adopted on 48 013/23 251 of them dated 12. 11. 1381. Department of Engineering Management and Planning Organization of Iran (2007).