

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت
پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی

ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمان سازی با تأکید بر معیارهای زیست محیطی مبتنی بر رویکرد QFD

نگارنده:

ساناز شاهرخی دولتخانه

استاد راهنما:

دکتر سید محمد حسن حسینی

بهمن ۱۳۹۷

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/خانم شاهرخی دولت خانه سازان با شماره دانشجویی ۹۵۰۸۴۵۴ رشته: مریح علی کریمی تحت عنوان ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمان سازی با تاکید بر معیارهای زیست محیطی مبتنی بر رویکرد QFD که در تاریخ ۱۰-۱۱-۹۷ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: عالی) <input checked="" type="checkbox"/> مردود <input type="checkbox"/>			
نوع تحقیق: نظری <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>			
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر حسینی		
۲- استاد راهنمای دوم	دکتر -		
۳- استاد مشاور	دکتر -		
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	مجید عامری		
۵- استاد ممتحن اول	دکتر شیخ		
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر فتاحی		

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر تا یک ماه پس از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

دانشگاه صنعتی شاهرود
مدیریت تحصیلات تکمیلی

تقدیم اثر

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است

به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان پرمحبت مادرم

به جاودانه‌ترین عشق زندگیم، قلب پر عشق همسرم

که هر چه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هر چه بکوشم قطره‌ای از دریای بیکران مهربانیتان را
سپاس نتوانم بگویم.

تَشْكُرُ وَقَدْرَدَانِي

اکنون که به یاری خداوند این دوره را به پایان رسانیده‌ام، وظیفه خود دانسته که نهایت سپاسگزاری را از تمامی عزیزانی که در این راه به من کمک کرده‌اند را به عمل آورم:

در آغاز از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر سید محمدحسن حسینی که راهنمایی این پایان‌نامه را به عهده داشته‌اند کمال تشکر را دارم.

از داوران گرامی جناب آقایان دکتر رضا شیخ و دکتر محمد فتاحی که زحمت داوری و تصحیح این پایان‌نامه را به عهده داشتند نیز قدرانی می‌نمایم.

خالصانه از تمامی اساتید و معلمان و مدرسانی که در مقاطع مختلف تحصیلی به من علم آموخته و مرا از سرچشمه دانایی سیراب کرده‌اند متشکرم.

و در پایان از تمامی دوستان و خانواده‌ام که در تمام دوران تحصیلی مرا حمایت کرده‌اند تقدیر و تشکر می‌کنم.

تعمیرنامه

اینجانب ساناز شاهرخی دولتخانه دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی (تولید و عملیات) دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمان سازی با تأکید بر معیارهای زیست محیطی مبتنی بر رویکرد QFD تحت راهنمایی دکتر سید محمد حسن حسینی متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

حجم فعالیتهای عمرانی از جمله شاخصهای اساسی رشد و توسعه محسوب میشود. سالانه هزاران میلیارد ریال از سرمایه‌های ملی کشورمان در بخشهای دولتی و خصوصی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم صرف عمران و ایجاد تأسیسات زیر بنایی کشور می‌شود. در یک طرح عمرانی بیشترین مقدار سرمایه‌گذاری در مرحله‌ی اجرای طرح انجام می‌گیرد. یکی از علل اصلی از بین رفتن منابع مالی و شکست در پروژه‌های عمرانی انتخاب نادرست پیمانکاران در پروژه‌ها می‌باشد. در این رابطه، ارزیابی و انتخاب صحیح پیمانکاران در پروژه‌های عمرانی به عنوان یک راهکار اساسی برای جلوگیری از هدر رفتن منابع ملی تلقی می‌شود. در این تحقیق، ابتدا نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان و معیارها و مشخصه‌های پیمانکاران با استفاده از ادبیات تحقیق و مصاحبه با خبرگان تعیین گردید. نمونه آماری تحقیق به روش گلوله برفی ایجاد شده و شامل ۵ نفر از اساتید دانشگاه فردوسی مشهد و ۱۰ نفر از پیمانکاران شهر تهران می‌باشد. داده‌های حاصل با استفاده از خانه کیفیت و روش ویکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت رعایت قوانین زیست‌محیطی و سلامت و ایمنی دارای بالاترین رتبه و ارتباطات پایین‌ترین رتبه را کسب نمودند.

کلمات کلیدی: پیمانکار- انتخاب سبز- ویکور- خانه کیفیت

فهرست مطالب

۱	فصل اول: کلیات پژوهش.....
۲	۱-۱ مقدمه.....
۴	۲-۱ بیان مسئله.....
۶	۳-۱ اهمیت و ضرورت پژوهش.....
۹	۴-۱ سوالات و اهداف اساسی انجام پژوهش.....
۹	۱-۴-۱ سوال اصلی.....
۹	۲-۴-۱ سوالات فرعی.....
۱۰	۳-۴-۱ هدف اصلی.....
۱۰	۴-۴-۱ اهداف فرعی.....
۱۰	۵-۱ استفاده کنندگان از پژوهش.....
۱۱	۶-۱ قلمرو پژوهش.....
۱۱	۱-۶-۱ قلمرو موضوعی پژوهش.....
۱۱	۲-۶-۱ قلمرو مکانی پژوهش.....
۱۱	۳-۶-۱ قلمرو زمانی پژوهش.....
۱۲	۷-۱ تشریح واژه‌های کلیدی پژوهش.....
۱۲	۱-۷-۱ پیمانکار.....
۱۲	۲-۷-۱ پیمانکار سبز.....
۱۲	۳-۷-۱ کارفرما.....
۱۲	۴-۷-۱ انتخاب سبز.....
۱۲	۵-۷-۱ گسترش کارکرد کیفیت (QFD).....
۱۳	۶-۷-۱ تصمیم‌گیری چندشاخصه (MCDM).....
۱۳	۷-۷-۱ ویکور.....
۱۳	۸-۱ محدودیت‌های پژوهش.....
۱۴	۹-۱ ساختار نگارش پژوهش.....
۱۵	فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه پژوهش.....
۱۶	۱-۲ مقدمه.....
۱۷	۲-۲ مبانی نظری پژوهش.....
۱۷	۱-۲-۲ تعاریف گسترش کارکرد کیفیت (QFD).....
۱۸	۲-۲-۲ مدل‌های مختلف QFD.....

- ۲۰-۲-۳ مزایای QFD در بخش ساختمان سازی..... ۲۰
- ۲۱-۳-۲-۲ گردآوری دقیق و شناسایی نیازها و انتظارات مشتریان..... ۲۱
- ۲۱-۳-۲-۲ برنامه ریزی بهتر..... ۲۱
- ۲۱-۳-۲-۲ افزایش ارتباطات..... ۲۱
- ۲۲-۲-۴ بخش های مختلف خانه کیفیت..... ۲۲
- ۲۲-۲-۴-۱ نیازمندی های مشتری (CR)..... ۲۲
- ۲۲-۲-۴-۲ مشخصات مهندسی (EC)..... ۲۲
- ۲۲-۳-۴-۲ ماتریس روابط..... ۲۲
- ۲۳-۴-۲-۴ رتبه بندی اهمیت..... ۲۳
- ۲۴-۴-۲-۵ همبستگی EC ها..... ۲۴
- ۲۵-۴-۲-۶ اهداف و محدودیت ها..... ۲۵
- ۲۵-۲-۵ زمینه های کارکردی QFD..... ۲۵
- ۲۸-۲-۶ ارکان اصلی پروژه عمرانی..... ۲۸
- ۳۱-۲-۷ انتخاب پیمانکار..... ۳۱
- ۳۱-۱-۷-۲-۲ انواع پیمانکاران..... ۳۱
- ۳۲-۲-۷-۲-۲ مدل های انتخاب پیمانکار..... ۳۲
- ۳۳-۳-۷-۲-۲ معیارهای انتخاب پیمانکار..... ۳۳
- ۳۴-۸-۲-۲ تعیین صلاحیت مقدماتی و رتبه بندی پیمانکاران..... ۳۴
- ۳۵-۹-۲-۲ معیارهای موثر بر صلاحیت پیمانکاران..... ۳۵
- ۳۷-۱۰-۲-۲ معیارهای عمومی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمانی..... ۳۷
- ۳۹-۱۱-۲-۲ الزامات و انتظارات عمومی مشتریان..... ۳۹
- ۴۰-۱۲-۲-۲ تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM)..... ۴۰
- ۴۱-۱-۱۲-۲-۲ تصمیم گیری چندهدفه (MODM)..... ۴۱
- ۴۲-۲-۱۲-۲-۲ تصمیم گیری چندشاخصه (MCDM)..... ۴۲
- ۴۴-۱۳-۲-۲ روش ویکور..... ۴۴
- ۴۴-۳-۲ پیشینه پژوهش..... ۴۴
- ۴۴-۱-۳-۲ پژوهش های مرتبط با تکنیک QFD..... ۴۴
- ۴۶-۲-۳-۲ مرور ادبیات کاربرد QFD در صنعت ساخت و ساز..... ۴۶
- ۴۶-۱-۲-۳-۲ QFD قبل از مرحله طراحی..... ۴۶
- ۴۷-۲-۲-۳-۲ اعمال QFD در طی مرحله طراحی..... ۴۷
- ۴۹-۳-۲-۳-۲ QFD بعد از مرحله طراحی..... ۴۹
- ۴۹-۳-۳-۲ پژوهش های مرتبط با ارزیابی پیمانکاران ساختمانی..... ۴۹
- ۵۳-۴-۳-۲ پژوهش های مرتبط با ارزیابی پیمانکاران ساختمانی با لحاظ جنبه های زیست محیطی..... ۵۳

۵۴	۵-۳-۲ پژوهش‌های مرتبط با روش ویکور
۶۱	۴-۲ جمع‌بندی
۶۳	فصل سوم: روش‌شناسی پژوهش
۶۴	۱-۳ مقدمه
۶۴	۲-۳ روش تحقیق
۶۵	۳-۳ مراحل انجام پژوهش
۱-۳-۳	مطالعه‌ی ادبیات تحقیق و تهیه لیست الزامات و نیازهای (زیست‌محیطی و غیرزیست‌محیطی)
۶۷	مشتری و مشخصات مهندسی
۲-۳-۳	مصاحبه با خبرگان حوزه‌ی ساختمان‌سازی و دانشگاه جهت تعیین اوزان نیازهای مشتری و مشخصات مهندسی و ارتباط بین آن‌ها
۶۹	
۷۰	۳-۳-۳ پیاده‌سازی QFD
۷۲	۴-۳-۳ شناسایی گزینه‌ها و انتخاب پیمانکار(های) برتر با استفاده از روش ویکور
۷۴	۴-۳ ابزار گردآوری داده‌ها
۷۷	۵-۳ جامعه آماری پژوهش
۷۷	۶-۳ نمونه آماری پژوهش
۷۹	۷-۳ جمع‌بندی
۸۱	فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها
۸۲	۱-۴ مقدمه
۸۲	۲-۴ پیاده‌سازی الگوریتم تصمیم
۸۲	۱-۲-۴ تهیه لیست انتظارات و خواسته‌های مهم مشتریان (CR)
۸۳	۲-۲-۴ تعیین اهمیت و وزن خواسته‌های مشتری و رتبه‌بندی آن‌ها
۸۶	۳-۲-۴ شناسایی و تهیه لیست معیارهای عمومی پیمانکاران (مشخصه‌های مهندسی (EC))
۴-۲-۴	ایجاد ارتباط بین نیازمندی‌های مشتری (CR) و مشخصه‌های مهندسی (EC) از طریق خانه کیفیت (HOQ)
۸۷	
۸۸	۵-۲-۴ محاسبه اهمیت مشخصه‌های مهندسی (ECها)
۸۹	۶-۲-۴ تعیین میزان همبستگی میان مشخصه‌های مهندسی (ECها)
۹۰	۷-۲-۴ به دست آوردن وزن جزئی مشخصه‌های مهندسی و رتبه‌بندی آن‌ها
۹۱	۸-۲-۴ انتخاب پیمانکار برتر با استفاده از روش ویکور
۹۶	۳-۴ جمع‌بندی
۹۷	فصل پنجم: نتیجه‌گیری، بحث و پیشنهادات
۹۸	۱-۵ مقدمه
۹۹	۲-۵ بحث و نتیجه‌گیری

۱۰۱.....	۳-۵ پیشنهادات.....
۱۰۱.....	۱-۳-۵ پیشنهادات کاربردی.....
۱۰۲.....	۲-۳-۵ پیشنهادات برای تحقیقات آتی.....
۱۰۵.....	منابع.....

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ خانه کیفیت..... ۵
- شکل ۱-۲ دیدگاه چهارمرحله‌ای QFD..... ۱۹
- شکل ۲-۲ نمودار ارکان اصلی پروژه‌های عمرانی..... ۲۹
- شکل ۳-۲ الگوریتم کلی روش ویکور..... ۴۴
- شکل ۱-۳ نمای کلی خانه کیفیت بکار رفته در الگوی پیشنهادی..... ۶۵
- شکل ۲-۳ نمودار مراحل انجام پژوهش..... ۶۶
- شکل ۳-۳ تصویر کلی خانه کیفیت تحقیق حاضر..... ۷۸
- شکل ۱-۴ شکل کامل شده‌ی خانه کیفیت تحقیق حاضر..... ۹۵
- شکل ۱-۵ تقسیم‌بندی نیازمندی‌های مشتریان..... ۱۰۰

فهرست جداول

جدول ۱-۲ استاندارد ۵-۳-۱ (یانگ، ۲۰۰۸).....	۲۳
جدول ۲-۲ وزن اهمیت (یانگ، ۲۰۰۸).....	۲۴
جدول ۳-۲ نمادهای ماتریس همبستگی (یانگ، ۲۰۰۸).....	۲۴
جدول ۴-۲ خلاصه مطالعات در خصوص معیارهای ارزیابی و انتخاب پیمانکار.....	۳۷
جدول ۵-۲ دسته‌بندی معیارهای عمومی ارزیابی پیمانکاران ساختمانی.....	۳۸
جدول ۶-۲ شیوه‌های مدل‌سازی و معیارهای مورد بررسی در حل مسائل رتبه‌بندی پیمانکاران در تحقیقات مختلف.....	۵۲
جدول ۷-۲ روش‌های رایج مورد استفاده در انتخاب پیمانکاران.....	۵۳
جدول ۸-۲ پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با ارزیابی و انتخاب پیمانکاران.....	۵۵
جدول ۱-۳ نیازها و انتظارات مشتری.....	۶۷
جدول ۲-۳ معیارهای ارزیابی و انتخاب پیمانکار.....	۶۸
جدول ۱-۴ نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان.....	۸۳
جدول ۲-۴ ماتریس تصمیم نرمال شده.....	۸۴
جدول ۳-۴ مقدار آنتروپی (E_j ها).....	۸۴
جدول ۴-۴ درجه انحراف (d_j).....	۸۵
جدول ۵-۴ وزن و رتبه‌بندی نیازمندی‌های مشتریان.....	۸۵
جدول ۶-۴ مشخصه‌های مهندسی پیمانکاران.....	۸۶
جدول ۷-۴ ماتریس میانگین روابط بین CRها و ECها.....	۸۷
جدول ۸-۴ ماتریس میانگین روابط بین CRها و ECها با وزن مشخصه‌ها.....	۸۸
جدول ۹-۴ درجه همبستگی مشخصه‌های مهندسی.....	۸۹
جدول ۱۰-۴ رتبه‌بندی مشخصه‌های مهندسی پیمانکاران.....	۹۰
جدول ۱۱-۴ نظرات یکی از خبرگان در مورد معیارهای پیمانکا.....	۹۱
جدول ۱۲-۴ میانگین هندسی نظرات خبرگان در مورد معیارهای پیمانکاران.....	۹۲
جدول ۱۳-۴ مقدار سودمندی و تأسف.....	۹۲
جدول ۱۴-۴ مقدار شاخص ویکور.....	۹۳
جدول ۱۵-۴ رتبه‌بندی براساس شاخص‌های مختلف.....	۹۳

فصل اول:

کلیات پژوهش

۱-۱ مقدمه

موفقیت یک پروژه ساختمانی مستقیماً به سازمان‌دهی تیم پروژه و انتخاب نوع فرآیند ساختمان‌سازی بستگی دارد. و انتخاب پیمانکار متناسب برای اجرای پروژه یکی از مسائل حیاتی در پروژه‌های ساختمانی است. انتخاب نادرست پیمانکار ممکن است منجر به مسائل زیادی در طول پیشرفت کار شود. که این مسائل شامل خلل در کیفیت انجام کار و تأخیر در طول پروژه است. با توجه به اهمیت فاز اجرا در موفقیت پروژه‌های عمرانی و نقش کلیدی پیمانکاران در این فاز، نیاز هر چه بیشتر به سیستمی جهت انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار هویدا می‌شود تا بتوان بیشترین دغدغه کارفرمایان را در شروع پروژه کاهش داد. این مسئله مدت‌هاست که در جهان مورد توجه قرار گرفته و دولت‌ها در این راستا اقدام به تنظیم و انتشار بخشنامه‌هایی جهت تسهیل در گزینش کارفرمایان نموده‌اند. همچنین پژوهشگران بسیاری به دنبال بهترین شیوهی انتخاب، سال‌هاست تحقیقات خود را در این زمینه معطوف داشته و با تحلیل و تفسیر روش‌ها و معیارهای گوناگون، بهینه‌ترین را خواستارند. استفاده نکردن از روش‌های علمی و مناسب برای تصمیم‌گیری در زمینه‌ی انتخاب پیمانکاران زیان‌های جبران‌ناپذیری را متوجه سازمان‌های جامعه می‌کند. در شیوه‌های فعلی گزینش پیمانکار، چند ضعف عمده را می‌توان یافت: ۱. نبودن شیوه‌ای استاندارد برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران، ۲. اعتماد بلندمدت به پیمانکاران انتخاب‌شده با معیارهای اولیه، علی‌رغم مشاهده‌ی نقاط ضعف در اجرای پروژه‌ها، ۳. توجه تعاونی‌ها به پیشنهاد قیمت پیمانکاران در هنگام انتخاب نهایی و ۴. تکیه‌ی بیش از حد بر تحلیل‌های ذهنی (هالت و همکاران، ۱۹۹۴). بدیهی است واگذار کردن پروژه‌ای به یک پیمانکار یکی از مهم‌ترین تصمیماتی است که هر کارفرما اخذ می‌کند (هالت و همکاران، ۱۹۹۵). با توجه به این مطالب و در نظر گرفتن این نکته که مدیریت ارزیابی و انتخاب پیمانکار برای واگذاری پروژه‌ها قسمتی اساسی از فرآیند ساخت‌وساز است و همچنین لزوم انجام دادن پژوهش‌های کاربردی برای رفع مشکلات مختلف پروژه‌های

عمرانی، پیاده‌سازی مدلی برای ارزیابی و رتبه‌بندی پیمانکاران با هدف کمک به تصمیم‌گیری و جلوگیری از هدررفت منابع ملی کشور بسیار ضروری است. ارزیابی پیمانکاران برای پروژه‌ها، هم از لحاظ زمان و هزینه‌ی پروژه و هم از لحاظ کیفیت حاصل از اجرای پروژه، تصمیم مهم و حائز اهمیت است (آهاری و نیاکی، ۲۰۱۴). مسئله تصمیم‌گیری، فرآیند یافتن بهترین گزینه از میان گزینه‌های ممکن است. ارزیابی و انتخاب پیمانکاران یک فاکتور تصمیم‌گیری مهم است که نقش عمده‌ای در به ثمر رسیدن پروژه‌های ساخت‌وساز دارد. بنابراین برای موفقیت صنعت ساخت‌وساز به‌عنوان یک عنصر مهم در اقتصاد ملی که به‌طور مستقیم به اشتغال و رشد اقتصادی کشور منجر می‌شود، انتخاب پیمانکار به منزله‌ی یک تصمیم حیاتی در تصمیم‌گیری یک پروژه محسوب می‌شود که بر موفقیت پروژه تأثیر می‌گذارد. انتخاب پیمانکار از طریق اندازه‌گیری‌ها و ارزیابی ویژگی‌های پیمانکار صورت می‌پذیرد. حجم فعالیت‌های عمرانی از جمله شاخص‌های اساسی رشد و توسعه محسوب می‌شود. سالانه هزاران میلیارد ریال از سرمایه‌های ملی کشورمان در بخش‌های دولتی و خصوصی به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم صرف عمران و ایجاد تأسیسات زیر بنایی کشور می‌شود. در یک طرح عمرانی بیشترین مقدار سرمایه‌گذاری در مرحله‌ی اجرای طرح انجام می‌گیرد. یکی از علل اصلی از بین رفتن منابع مالی و شکست در پروژه‌های عمرانی، انتخاب نادرست پیمانکاران در پروژه‌ها می‌باشد. در این رابطه، معرفی و انتخاب صحیح پیمانکاران در پروژه‌های عمرانی به‌عنوان یک راهکار اساسی برای جلوگیری از هدر رفتن منابع ملی تلقی می‌شود. در حال حاضر مرسوم است برای ارزیابی و انتخاب پیمانکار بر قیمت مناقصه و پایین‌ترین قیمت پیشنهادی تأکید می‌شود در حالی که عوامل و معیارهای مختلفی برای تعیین وزن ارزیابی و انتخاب بهترین پیمانکار تأثیرگذار است. تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن عوامل مختلف پیچیدگی‌هایی دارد. وزن‌دهی به معیارها از طریق قضاوت کارشناسان است و نگرانی از عدم دقت قضاوت‌کنندگان و ابهامات موجود در ارزیابی موجب می‌شود نتوان قضاوت‌های قطعی انتظار داشت و عدم قطعیت در قضاوت را پذیرفت. در این میان به علت تنوع و تعدد پیمانکارانی که بالقوه، دارای شرایط و

توانایی‌های لازم جهت انجام پیمان و پروژه هستند، مسئله‌ی مهم آن است که کدام پیمانکار باید انتخاب گردد. پس به‌ناچار، باید ابتدا پیمانکاران را ارزیابی، رتبه‌بندی و پس‌از 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 هزینه‌ی بالاتر با توجه به هزینه استهلاک و خوابیدگی سرمایه و ضرر ناشی از عدم تکمیل و تحویل به‌موقع پروژه انجام پذیرد. همچنین، در بعضی مواقع، امکان بروز عدم توجه اقتصادی پروژه نیز وجود دارد.

۱-۲ بیان مسئله

هدف از انجام این پژوهش، ارائه‌ی روشی برای ارزیابی پیمانکاران ساختمانی براساس نیازهای زیست‌محیطی بوده و در این راستا از رویکرد توسعه کارکرد کیفیت (QFD)^۱، روش آن‌تروپی شانون برای وزن‌دهی به نیازمندی‌ها و انتظارات، و نیز از تکنیک ویکور (VIKOR)^۲ برای رتبه‌بندی و انتخاب پیمانکار(های) برتر استفاده می‌شود. لذا ابتدا انتظارات، نیازها، و خواسته‌های زیست‌محیطی در صنعت ساختمان‌سازی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و رجوع به مقالات مرتبط و نظرات خبرگان گردآوری می‌شود. در مرحله‌ی بعد، با تعیین وزن و اهمیت هر یک از انتظارات و نیازمندی‌ها به روش آن‌تروپی شانون، نیازمندی‌ها وزن‌دهی و رتبه‌بندی می‌شوند. سپس ویژگی‌ها و پارامترهای پیمانکاران ساختمانی نیز به همان طریق شناسایی شده و با استفاده از نظرات خبرگان این حوزه، تکمیل و نهایی می‌گردد. در گام بعد، برای مرتبط کردن الزامات به ویژگی‌های پیمانکاران از خانه‌ی کیفیت (HOQ)^۳ که ابزار اصلی برای اجرای QFD است، استفاده می‌شود. سپس تکنیک ویکور برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین پیمانکار به‌کار برده می‌شود. در پایان نیز تعدادی از پیمانکاران (یا شرکت‌های پیمانکاری) توسط مدل پیشنهادی به‌عنوان یک مطالعه‌ی موردی، مورد تست و

^۱ Quality Function Deployment

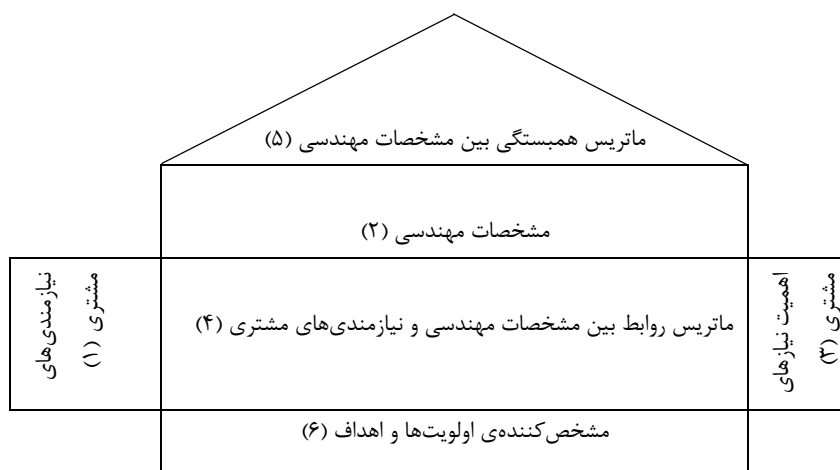
^۲ Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje

^۳ House Of Quality

ارزیابی قرار می‌گیرد.

به‌طور کلی خانه کیفیت (همان‌طور که در شکل ۱-۱ نمایش داده شده است) شامل اجزای زیر است:

- نیازمندی‌های مشتری (What ها)
- ویژگی‌های محصول یا مشخصه‌های مهندسی (How ها)
- اهمیت نیازمندی‌های مشتری
- ارتباط بین نیازمندی‌های مشتری و مشخصه‌های مهندسی
- ماتریس همبستگی بین مشخصه‌های مهندسی
- اولویت‌ها و اهداف هر یک از مشخصه‌های مهندسی



شکل ۱-۱ خانه کیفیت

که در این پژوهش نیازهای مشتری، همان خواسته‌ها و الزامات مشتریان ساختمان‌سازی بوده که از طریق ماتریس روابط به ویژگی‌ها و معیارهای پیمانکاران ساختمانی موجود در بخش مشخصات مهندسی ربط داده می‌شود. معیارهایی مانند؛ توان مدیریتی و فنی، تجربه، عملکرد گذشته، شهرت، حجم کار فعلی، سلامت و ایمنی، کیفیت، ارتباطات و مالی از جمله شاخص‌هایی هستند که برای ارزیابی پیمانکاران استفاده می‌شوند.

۱-۳ اهمیت و ضرورت پژوهش

احداث ساختمان در سال‌های اخیر، انرژی بسیار زیادی را به خود اختصاص داده و به آلودگی‌های زیست-محیطی فراوانی نیز منجر شده است. با توجه به انتشار آمار توسط آژانس بین‌المللی انرژی، ۴۰ درصد سرانه‌ی انرژی مصرفی توسط ساختمان‌ها مصرف می‌شود. ساختمان‌ها و صنایع وابسته به آن جزء صنایع پرمصرف و آلوده‌کننده در جهان شناخته شده‌اند و عنوان شده است که ساختمان‌سازی، بزرگ‌ترین صنعت جهان پس از کشاورزی است. بر این اساس تولید آلودگی‌های زیست‌محیطی در صنعت ساختمان‌سازی برای یک بنای بخصوص با هر عملکردی، چه در زمان ساخت، چه پس از ساخت، چه در شرایط بهره‌برداری و چه در زمان مرگ ساختمان، همواره وجود دارد. همچنین عواملی از قبیل کاهش منابع فسیلی و خطراتی چون گرم‌شدن زمین، افزایش جمعیت، کاهش منابع آب آشامیدنی، کاهش منابع محیطی، آلودگی محیط‌زیست و... حال و آینده‌ی کره‌ی زمین را به مخاطره انداخته است. عملیات ساختمان‌سازی اثرات مستقیم و غیرمستقیم متعددی روی محیط‌زیست دارد. ساختمان‌سازی نه‌تنها موجب مصرف منابعی نظیر انرژی و مواد اولیه می‌شود، بلکه باعث تولید پسماند و آلاینده‌های مخرب هوا نیز می‌گردد. با رشد اقتصاد و جمعیت، طراحان و سازندگان ساختمان با چالش جدیدی روبرو شدند و آن نیاز به طراحی و ساخت تأسیساتی قابل‌دسترس برای عموم، ایمن، سالم، کارا و دارای کمترین تأثیر مضر روی محیط‌زیست می‌باشد.

اهمیت محیط‌زیست و نقش حیاتی آن در توسعه و پیشبرد کشورها، از جمله کشورهای جهان سوم، امری انکارناپذیر است. استفاده مطلوب از محیط‌زیست در کشور می‌تواند ضامن ماندگاری و توسعه پایدار باشد و عدم توجه به آن می‌تواند متضمن مسائلی باشد که مجموعه برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی کشور را با مخاطره روبرو سازد. از این‌رو درک درست از نقش عوامل بازدارنده و کاستن از میزان آن‌ها در مقابل تقویت عوامل مشوق می‌تواند به موفقیت در امر حفاظت از محیط‌زیست منجر شود (هووی، ۱۹۹۵).

امروزه، محیط‌زیست طبیعی مورد تهدید است زیرا، انسان با کمک فناوری، قادر است تا در سطح کره زمین، به تخریب محیط‌زیست اقدام کند (بوردیو، ۲۰۰۴). بروز بحران‌های زیست‌محیطی موجب طرح این پرسش شده است که آیا محیط‌زیست می‌تواند ادامه رفتار فعلی انسان‌ها را دوام بیاورد؟ هر روز بر این آگاهی افزوده می‌شود که نمی‌توان همانند گذشته به مصرف منابع جهان ادامه داد (رشرم، ۲۰۰۰). و نشانه‌های تنگناهای زیست‌محیطی در همه‌جا آشکار شده است. اگرچه ارائه‌ی آمار و اطلاعات پیرامون وضعیت محیط‌زیست لازم است اما، بیش از اینکه به اطلاعات علمی درباره‌ی خسارات وارد شده به زمین نیاز باشد، به توافقی درباره‌ی چگونگی رفتار نسبت به این سیاره نیاز است (رابینسون، ۱۳۷۸).

در دنیای امروز توسعه‌ی پایدار به یک ضرورت استراتژیک برای کسب‌وکار و یک نیروی بنیادین برای دستیابی به تکامل و موفقیت تبدیل شده است (ارلیتزکی، ۲۰۰۳). این تکامل به سه جزء اصلی که به «سه حرف آخر» معروف می‌باشند، تقسیم می‌شود: مؤلفه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (رابینز، ۲۰۰۶). در واقع چالش موجود، چگونه زندگی کردن بر روی زمین نیست بلکه، قبولاندن این چگونگی به افراد است (فریکر، ۲۰۰۲).

در این راستا طراحی صحیح ساختمان‌ها و کالبد شهرها می‌تواند یکی از تأثیرگذارترین ارکان در ساخت جهانی مبری از این تهدیدها در آینده باشد. با بکار بردن اصول معماری پایدار و توسعه‌ی شهرهای پایدار، می‌توانیم علاوه بر ایجاد یک فضای راحت و با آسایش برای زندگی، از تهدیدهای پیش رو جلوگیری نماییم. ایجاد شهرهای پایدار نه تنها می‌تواند حصول به خطرات آینده را کمرنگ کند، بلکه توانایی بهبود امنیت اقتصادی و اجتماعی جوامع را دارد. گسترش عملکرد کیفیت (QFD) به‌عنوان یکی از ابزارهای مدیریت کیفیت جامع (TQM)^۴، امکان تحقق خواسته‌های فوق را برای صنایع تولیدی و خدماتی فراهم می‌کند.

۴ Total Quality Management

در حالی که امروزه نوآوری‌های فناورانه در عرصه‌ی صنایع اتومبیل، ارتباطات و کامپیوتر، انسان را احاطه کرده است، همچنان بزرگ‌ترین خرید زندگی مردم، خانه، همانند ۸۰ سال پیش صورت می‌گیرد. خانه‌ای که به صورت تحت‌اللفظی، کل زندگی انسان را برای ۳۰ یا ۴۰ سال آینده تعریف می‌کند، به‌سوی، حداقل ۲۰ سال آینده جهت‌گیری نشده و اساساً ساختار کلی آن با توجه به رشد روزافزون علم و فناوری و به تبع، تغییر نیازهای انسانی در جامعه با سرعت بیشتری نسبت به گذشته، کهنه و منسوخ می‌گردد و به اصطلاح از مد می‌افتد. یکی از مهم‌ترین کارهایی که در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای اجرای پروژه‌ای به نحو مطلوب می‌توان انجام داد، انتخاب پیمانکار مناسب برای اجرای این پروژه‌هاست. در واقع، پیمانکاران به‌عنوان جزء لاینفک و بسیار مهم هستند که در فرآیند پروژه‌ها مطرح می‌گردند. آن‌ها در واقع، تأمین‌کننده‌ی عمده‌ی 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 مسئله در اینجا بروز می‌کند که کدام پیمانکار باید انتخاب گردد. با توجه به گسترش روزافزون آلودگی‌ها که به انحای گوناگون هوا، خاک و آب‌های جهان را تحت تأثیر اثرات زیان‌بار قرار داده است و بالاخره تنزل کیفیت زندگی طبیعی انسان‌ها، و در نتیجه برهم خوردن تعادل و تناسب محیط‌زیست، در مورد ارزیابی پیمانکاران، باید به یک نکته مهم توجه کرد و آن اینکه مسائل زیست‌محیطی باید دارای اولویت مضاعفی گردد و در انتخاب پیمانکاران به این نکته توجه نمود (کیا و همکاران، ۱۳۹۲). 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 به‌سادگی نمی‌توان از روش‌های ریاضی و کمی استفاده نمود و روش خاص خود را می‌طلبد. در مسئله‌ی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران، مشاهده می‌شود که معیارهای تصمیم‌گیری، هم کمی و هم کیفی هستند که در بعضی موارد، نیز هم واحد نیستند (اصغری‌پور، ۱۳۷۷).

۴-۱ سؤالات و اهداف اساسی انجام پژوهش

هدف از انجام این پژوهش، ارائه‌ی روشی برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمانی براساس نیازهای زیست‌محیطی با رویکرد گسترش کارکرد کیفیت (QFD) می‌باشد. در این تحقیق، ابتدا شاخص‌های مرتبط با ارزیابی و انتخاب پیمانکاران با استفاده از مرور ادبیات موضوع استخراج و بعد از آن با نظرخواهی از صاحب‌نظران این حوزه تکمیل می‌شود. سپس با استفاده از رویکرد پیشنهادی مطرح‌شده در این پژوهش، نسبت به ارزیابی و انتخاب پیمانکاران اقدام می‌گردد. سؤالات تحقیق عبارت‌اند از:

۱-۴-۱ سؤال اصلی

- چگونه می‌توان با استفاده از رویکرد توسعه کارکرد کیفیت (QFD)، پیمانکاران ساختمانی را براساس نیازهای زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار داد؟

۲-۴-۱ سؤالات فرعی

- همچنین در جهت پاسخگویی به سؤال اصلی باید برای سؤالات فرعی زیر نیز به دنبال پاسخ گشت:
- چه معیارهایی (زیست‌محیطی و غیر زیست‌محیطی) از نظر خبرگان حوزه‌ی ساختمان‌سازی در ارزیابی پیمانکاران این حوزه اهمیت دارد؟
 - چه نیازهای زیست‌محیطی از نظر مشتریان در صنعت ساختمان‌سازی وجود دارد و وزن و اهمیت آن‌ها چگونه است؟
 - چگونه می‌توان با تلفیق تکنیک‌های گسترش کارکرد کیفیت (QFD) و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)^۵، پیمانکاران حوزه ساختمان‌سازی را ارزیابی و انتخاب نمود؟

^۵ Multiple Criteria Decision Making

با توجه به سؤالات تحقیق؛ اهداف تحقیق را می‌توان به‌صورت زیر عنوان کرد:

۱-۴-۳ هدف اصلی

- ارزیابی پیمانکاران ساختمانی براساس نیازهای زیست‌محیطی با استفاده از رویکرد توسعه کارکرد کیفیت (QFD).

۱-۴-۴ اهداف فرعی

- شناسایی معیارها (زیست‌محیطی و غیر زیست‌محیطی) از نظر خبرگان حوزه ساختمان‌سازی در ارزیابی پیمانکاران این حوزه.
- شناسایی نیازهای زیست‌محیطی از نظر مشتریان، که در صنعت ساختمان‌سازی وجود دارد و تعیین وزن و اهمیت آن‌ها.
- ارزیابی و انتخاب پیمانکاران حوزه‌ی ساختمان‌سازی با تلفیق تکنیک‌های گسترش کارکرد کیفیت (QFD) و تصمیم‌گیری چندمعیاره.

۱-۵ استفاده‌کنندگان از پژوهش

با توجه به کاربردی بودن این پژوهش، کلیه‌ی شرکت‌ها و سازمان‌های ساختمانی که امور طراحی و ساخت-وساز ساختمان‌های خود را به خارج از سازمان واگذار می‌کنند، می‌توانند از نتایج این پژوهش استفاده کنند. از آنجایی که موفقیت یک پروژه‌ی ساختمانی مستقیماً به سازمان‌دهی تیم پروژه و انتخاب نوع فرآیند ساختمان‌سازی بستگی دارد. و انتخاب پیمانکار متناسب برای اجرای پروژه یکی از مسائل حیاتی در پروژه-های ساختمانی است. این پژوهش برای سازمان‌هایی که خواستار دستیابی به مزیت رقابتی از طریق مدیریت صحیح زنجیره تأمین هستند، بسیار مفید می‌باشد. همچنین به این علت که پژوهش اخیر از ساختار گسترش کارکرد کیفی (QFD) برای ارزیابی و انتخاب پیمانکار استفاده می‌کند، می‌توان از آن در کلیه‌ی

تصمیم‌گیری‌هایی که در آن نظرات و الزامات مصرف‌کنندگان یا مشتریان در ایجاد محصول یا خدمت نهایی اثرگذار است، استفاده نمود.

۱-۶ قلمرو پژوهش

۱-۶-۱ قلمرو موضوعی پژوهش

ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمانی - الزامات و نیازهای زیست‌محیطی ساختمان - توسعه کارکرد کیفیت (QFD) - آنترپی شانون - روش ویکور (VIKOR).

۱-۶-۲ قلمرو مکانی پژوهش

در این پژوهش از نظرات جمعی از خبرگان و اساتید دانشگاه فردوسی مشهد و تعدادی از شرکت‌های پیمانکاری در شهر تهران استفاده شده است، که بنابر درخواست ایشان از بردن نام این شرکت‌ها امتناع شده است.

۱-۶-۳ قلمرو زمانی پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ قلمرو زمانی، فرازمانی محسوب گشته، لیکن داده‌های حاصل از مصاحبه‌های تخصصی در جهت تعیین شاخص‌ها و به‌کارگیری رویکرد پیشنهادی در این پژوهش، در محدوده‌ی زمانی دی‌ماه سال ۱۳۹۶ تا مهرماه ۱۳۹۷ صورت گرفته است.

۷-۱ تشریح واژه‌های کلیدی پژوهش

۱-۷-۱ پیمانکار

شخصیت حقیقی یا حقوقی است که طرف دیگر امضاء کننده‌ی پیمان بوده و اجرای عملیات موضوع پیمان را بر اساس اسناد و مدارک پیمان بر عهده می‌گیرد.

۲-۷-۱ پیمانکار سبز

پیمانکاری که در کار خود به اصول زیست‌محیطی پایبند بوده و مسائل مربوط به حفاظت از محیط‌زیست را در اولویت کاری خود قرار دهد.

۳-۷-۱ کارفرما

شخصیتی حقیقی یا حقوقی است که امضاء کننده‌ی یک طرف پیمان بوده و اجرای عملیات موضوع پیمان را بر اساس اسناد و مدارک پیمان به پیمانکار واگذار می‌کند.

۴-۷-۱ انتخاب سبز

عبارت است از در نظر گرفتن معیارهای زیست‌محیطی برای انتخاب پیمانکاران.

۵-۷-۱ گسترش کارکرد کیفیت (QFD)

ابزار و تکنیکی برای تبدیل خواسته‌های ارزیابی‌شده‌ی مشتری به مشخصات فنی معادل در محصول است. با توجه به لزوم تأمین رضایت مشتری در کیفیت بهتر کالا و هزینه‌ی کمتر آن، با QFD می‌توان صدای مشتری (VOC)^۶ را به شاخص‌های فیزیکی ترجمه کرد.

^۶ Voice Of Customer

۱-۷-۶ تصمیم‌گیری چند شاخصه (MCDM)

شاخه‌ای از علم تصمیم‌گیری می‌باشد که شامل مجموعه‌ای از روش‌ها است که هدف آن انتخاب گزینه‌ی برتر از بین چندین گزینه با در نظر گرفتن شاخص‌های مطلوب می‌باشد (مؤمنی، ۱۳۸۵).

۱-۷-۷ آنترופی شانون

روش آنترופی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه برای محاسبه وزن معیارها می‌باشد. این روش در سال ۱۹۷۴ توسط شانون و ویور ارائه شد. آنترופی بیان‌کننده مقدار عدم اطمینان در یک توزیع احتمال پیوسته است. ایده اصلی این روش آن است که هر چه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۱-۷-۸ ویکور

روش ویکور، به معنی بهینه‌سازی چندمعیاره و راه‌حل مصالحه‌ای از مدل‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه‌ی برتر می‌باشد (اوپریکوویک و تزنگ، ۲۰۰۲) که در سال ۱۹۹۸ توسط اپیکوویس برای بهینه‌سازی معیارهای چندگانه در مسائل پیچیده گسترش یافت (اوپریکوویک، ۱۹۹۸).

۱-۸ محدودیت‌های پژوهش

با توجه به محدوده‌ی موضوع پژوهش و گستردگی و تعدد شاخص‌های تصمیم‌گیری، تمرکز پژوهشگر روی تعداد خاصی از شاخص‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری بوده است؛ اما از جمله مهم‌ترین مشکلات پژوهش عدم دسترسی سریع و آسان به اطلاعات بود که در تمامی پژوهش‌ها در زمینه‌های مختلف کشور وجود دارد که ناشی از عدم وجود اطلاعات و عدم همکاری دارندگان اطلاعات با محققان می‌باشد. محقق سعی نموده است

در طی پژوهش، کارشناسان و مدیران سازمان را در مورد اهمیت و تأثیرات موضوع پژوهش بر پیشرفت سازمان آگاه سازد تا مشکل عدم همکاری بعضی از کارشناسان یا مدیران تا حدودی برطرف گردد.

۹-۱ ساختار نگارش پژوهش

پژوهش حاضر مشتمل بر پنج فصل خواهد بود که فصل اول مربوط به کلیات پژوهش بوده و شامل مواردی همچون مقدمه، ضرورت انجام پژوهش، اهداف، کاربردهای پژوهش و ... است. در فصل دوم، که مربوط به مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش می‌باشد، در ابتدا برخی از مبانی نظری موردبررسی قرار گرفته و سپس پژوهش‌های انجام‌شده پیرامون موضوع پژوهش با تکیه بر دسته‌بندی آن‌ها موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد و در آخر نیز با پرداختن به مفاهیم مرتبط با روش حل در تکنیک‌های تصمیم‌گیری به اتمام می‌رسد. در فصل سوم به بررسی نحوه‌ی جمع‌آوری داده‌ها و رویکرد پیشنهادی این پژوهش جهت انتخاب پیمانکار مناسب پرداخته می‌شود. فصل چهارم شامل اجرای گام‌به‌گام مراحل پژوهش خواهد بود. در نهایت، فصل پنجم به نتیجه‌گیری، جمع‌بندی و پیشنهادها اختصاص دارد.

فصل دوم:

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱-۲ مقدمه

در کسب و کار رقابتی امروز، شرکت‌ها به دنبال راه‌هایی برای بهبود وضعیت خود در بازار هستند. به همین منظور بسیاری از شرکت‌ها از خدمات سایر شرکت‌ها (پیمانکاران) بهره می‌گیرند. در این رابطه، مسئله‌ی تعیین شاخص‌های دخیل در انتخاب پیمانکاران و اولویت‌بندی آن‌ها مطابق با استراتژی‌ها و اهداف یک سازمان، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و این شاخص‌ها می‌تواند در رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان سازمان در جهت اهداف آن، نقش مؤثری داشته باشند. حل این مسئله می‌تواند منجر به بهبود عملکرد سازمان شده و در عین حال هزینه‌های مرتبط با خرید و تأمین را کاهش دهد.

امروزه پیچیدگی فضای کسب و کار، افزایش رقابت میان تولیدکنندگان، محدودیت منابع و بسیاری عوامل دیگر، سبب شده که سازمان‌های تولیدی به سمت به‌کارگیری فرآیندها و تصمیمات بهینه در حرکت باشند تا از این رهگذر، امکان بقای بالنده‌ی سازمان را تضمین نمایند. بدیهی است که تخصیصی شدن و در نتیجه محدود کردن حیطه‌ی فعالیت‌ها، در صورتی مقدور خواهد بود که بخشی از وظایف به خارج از سیستم، برون‌سپاری گردد. در واقع برون‌سپاری عبارت است از واگذاری بخشی از فعالیت‌های محوری یا غیرمحوری سازمان بر مبنای تصمیمات اخذشده، که منجر به کاهش نرخ یکپارچه‌سازی عمودی می‌شود. به‌طور سنتی «تأمین بیرون از سازمان» برون‌سپاری نامیده می‌شود؛ بیرون از سازمان، در واقع به معنی کسب ارزش برای سازمان، آن هم بدون حضور خود سازمان در فرآیند کسب ارزش است. بنابراین برون‌سپاری اشاره به محصولات و خدماتی دارد که در گذشته توسط خود سازمان و در داخل مجموعه تأمین می‌شده است. بررسی شرایط و وضعیت شرکت‌ها یا پیمانکارانی که داوطلب عهده گرفتن پروژه‌های سازمانی هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از آنجا که در مسائل دنیای واقعی، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان با ابهام و عدم دقت همراه می‌باشد همواره نیاز به روش‌هایی مؤثر و کارآمد در جهت حل این گونه از مسائل احساس می‌گردد تا هر چه بهتر و با اطمینان بیشتری بتوان به اتخاذ تصمیمات پرداخت. در همین راستا این پژوهش نیز به ارائه‌ی یک رویکرد پیشنهادی در جهت ارزیابی و اولویت‌بندی پیمانکاران ساختمان‌سازی خواهد پرداخت. در این فصل نیز برخی مبانی نظری مربوط به موضوع پژوهش توضیح داده خواهند شد و سعی می‌شود تا مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با ارزیابی و انتخاب پیمانکاران شرح داده شوند.

۲-۲ مبانی نظری پژوهش

۱-۲-۲ تعاریف گسترش کارکرد کیفیت (QFD)

- ✓ QFD به عنوان یک روش برای ایجاد یک طراحی با هدف رضایت مشتری و سپس ترجمه‌ی خواسته‌های مشتری به اهداف طراحی و نکات مهم تضمین کیفیت مورد استفاده در فاز تولید، تعریف شده است (آکائو، ۱۹۹۲).
- ✓ به زبانی ساده، هدف QFD تبدیل خواسته‌های ارزیابی‌شده مشتری به مشخصات فنی معادل در محصول است. یعنی ببینیم مشتری چه می‌خواهد و آن را از طریق نظم و جامعیتی که QFD به فرآیند طراحی محصول می‌دهد، در محصول بروز می‌دهیم (شیخ‌زاده و عبداللهی، ۲۰۰۷).
- ✓ QFD به‌طور موفق‌تری در بسیاری از صنایع به‌عنوان ابزاری برای بهبود فرآیند، رضایت مشتری و کسب مزیت رقابتی شناخته شده است (آزادی و فرزین پور، ۲۰۱۳).
- ✓ دیاگرام QFD و HOQ روش سیستماتیکی برای نمایش مهم‌ترین مشخصات فنی محصول با توجه به نیازهای مشتریان است (چن و همکاران، ۲۰۰۶).

✓ QFD فرآیند نظام‌مندی برای تعیین و پاسخ به مسائل مختص به محصولات، فرآیندها، خدمات و استراتژی‌هاست که از طریق تیم‌های تعاملی و با هدف افزایش رضایت مشتری صورت می‌گیرد (گونزالز، کوسادا و بهیل، ۲۰۰۳)

✓ ایده‌ی اصلی QFD بر این پایه قرار دارد که رضایت مشتری منبع اصلی رقابت‌پذیری محصولات و خدمات است (چین و سو، ۲۰۰۳؛ هرمن، هابر، براونشتین، ۲۰۰۰؛ لئو، ژو و چن، ۲۰۱۴؛ ژانگ، ژو و چن، ۲۰۱۴).

✓ QFD معمولاً دو هدف بنیادی دارد؛ ۱. ایجاد ارتباط بین نیازهای مشتری با سراسر سازمان و ۲. ارائه‌ی سازوکاری برای اینکه بتوان نیازهای مشتری را در سراسر سازمان دنبال کرد (گونزالز، ۲۰۰۱)

✓ کلید و بنیاد QFD برقراری ارتباط و ترجمه‌ی مفهومی به مفهوم دیگر است و معمولاً بر تعیین روابط کارکردی بین نیازهای مشتری و مشخصه‌های فنی مبتنی است (ژیانگ، فان، سودرلند، ژانگ و ژانگ، ۲۰۱۴؛ کو و چن، ۲۰۱۴؛ کوانگ، چن و چان، ۲۰۱۱).

۲-۲-۲ مدل‌های مختلف QFD

QFD به‌طور کلی با دیدگاه‌ها و نگرش‌های مختلفی شناخته می‌شود. QFD در یک دیدگاه فرآیندی مشتمل بر سی ماتریس می‌باشد که بنا بر نیاز از تعدادی یا تمامی آن‌ها در تجزیه و تحلیل داده‌های طراحی محصول استفاده می‌شود. در نگرش دیگر QFD شامل چهار ماتریس پیوسته است که به ترتیب عبارت‌اند از:

۱- برنامه‌ریزی محصول (خانه کیفیت)

۲- برنامه‌ریزی اجرا

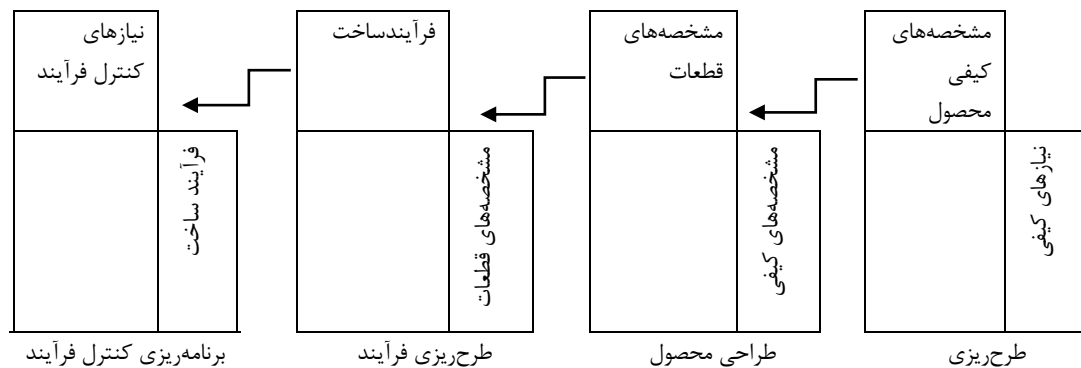
۳- برنامه‌ریزی فرایند

۴- برنامه‌ریزی کنترل فرایند

آخرین مدل معروف و عمومی QFD ارائه شده توسط فوکوهارا شامل هجده ماتریس می باشد. به هر حال با وجود دیدگاه های متفاوت در مورد QFD، دیدگاه چهار ماتریسی QFD (مدل آکائو) در مقایسه با مدل ماکابه شامل جزئیات بیشتری بوده و در مواردی که نیازمند داشتن اطلاعات جزئی تری برای طراحی محصول بوده، استفاده از آن از ارجحیت بیشتری برخوردار است. مزیت دیدگاه چهار ماتریسی QFD نسبت به مدل آکائو، سادگی یادگیری و استفاده از آن می باشد. اما نکته قابل توجه و شگفت آور این است که طی تحقیقی که ریویل و موران از هزار شرکت کننده در کنفرانس بین المللی QFD در سال ۱۹۸۹ به عمل آوردند، ده درصد از افراد مورد تحقیق از روش چهار ماتریسی، و ده درصد از روش سی ماتریسی و بقیه از تلفیق سایر روش ها استفاده می کرده اند. بدون تردید نتایج مورد نظر بیش از هر چیز بر انعطاف پذیری ابزار QFD و گستردگی امکان استفاده از آن با دیدگاه های مختلف، صحه می گذارد.

• دیدگاه چهار مرحله ای QFD (رضایی وهوشیار، ۱۳۸۸)

مدل چهار ماتریس QFD که بدون تردید رشد و تکوین آن مدیون تلاش های آقایان ماکابه و کلارینگ در شرکت فورد آمریکا می باشد، به عنوان ساده ترین روش QFD شناخته شده است. روش کار این دیدگاه، به صورت اجمالی، به صورت شکل ۱-۲ می باشد:



شکل ۱-۲ دیدگاه چهار مرحله ای QFD

مرحله اول- طرح‌ریزی محصول: این مرحله با تهیه و تکمیل خانه کیفیت همراه است.

مرحله دوم- طراحی محصول: خصوصیات فنی محصول است که در ستون‌های ماتریس اول (خانه کیفیت) به سطرهای ماتریس دوم منتقل شده و با مشخصه‌های اجزاء محصول مورد بررسی قرار می‌گیرند.

مرحله سوم- برنامه‌ریزی فرآیند: مشخصات اجزاء محصول ستون ماتریس دوم به سطرهای این ماتریس منتقل شده و با فرآیندها عملیات کلیدی ساخت و فرآوری محصول مندرج در ستون‌های مرحله سوم بررسی و تحلیل می‌شوند.

مرحله چهارم- برنامه‌ریزی کنترل فرآیند: فرآیندها در عملیات حیاتی منتقل شده از مرحله سوم در سطرهای این مرحله درج شده و نیازمندی‌های تولیدی آن‌ها از جمله نگهداری و تعمیرات، نمودارهای کنترلی، دستورالعمل‌های کاری و غیره مشخص می‌شوند.

در این پژوهش صرفاً از خانه کیفیت برای مرتبط کردن نیازمندی‌های مشتری به مشخصه‌ها و معیارهای پیمانکاران استفاده شده است.

۲-۲-۳ مزایای QFD در بخش ساختمان‌سازی

در صنایع ساخت‌وساز، معمولاً به صورت سیستماتیک با نیازها و احتیاجات مشتریان رفتار نمی‌شود. این نیازها که پیش از مرحله‌ی طراحی گردآوری می‌شوند، معمولاً نادیده گرفته می‌شوند و در نهایت نیز با پیشروی مراحل ساخت‌وساز ناپدید می‌شوند. به دلیل کمبود یکپارچگی در میان طرف‌های مشارکت‌کننده در پروژه و عدم توجه کافی در گردآوری نیازها و احتیاجات مشتریان در این مراحل، مشکلاتی در ساخت‌وساز ایجاد می‌شود از جمله: تأخیراتی که در اثر طراحی ناقص صورت می‌گیرد، درک اشتباه از نیازهای مشتریان، دوباره‌کاری و... کاربردهای QFD، فواید بسیاری در کاهش مشکلات مربوط به کیفیت دارد. این

فواید بر روی عناوین زیر تأکید دارد: شناسایی نیازها و انتظارات مشتریان، برنامه‌ریزی، ارتباطات و همزمانی و همچنین کاهش عدم قطعیت.

۲-۲-۳-۱ گردآوری دقیق و شناسایی نیازها و انتظارات مشتریان

این متدولوژی یک روش سیستماتیک برای گردآوری و شناسایی نیازهای مشتریان فراهم می‌کند. انتظارات مشتریان در مراحل اولیه، گردآوری شده و برای یافتن راه‌حل‌های طراحی مناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً در پروژه‌های ساخت‌وساز، طراحی توسط طراحان و براساس مشاهدات و انتخاب‌های طراح، صورت می‌گیرد و به نیازهای مشتریان توجهی نمی‌شود، این امر باعث کاهش رضایت مشتری می‌شود. ثابت شده است که QFD در گردآوری و همچنین ترجمه‌ی نیازهای مشتریان به راه‌حل‌های طراحی، بسیار کمک‌کننده می‌باشد.

۲-۲-۳-۲ برنامه‌ریزی بهتر

در پیگیری نیازهای مشتریان از ابتدا تا انتهای پروژه کمک بسیاری می‌کند و هر نوع تحریف ممکن، می‌تواند در زمان لازم، بررسی شود.

۲-۲-۳-۳ افزایش ارتباطات

تشکیل تیم‌هایی با عملکرد چندگانه را ضروری می‌سازد تا نیازهای مشتریان با دقت گردآوری شده و به اهداف طراحی تبدیل گردد، بدون اینکه هیچ‌کدام از آن‌ها نادیده گرفته شوند. بنابراین تیم‌ها را مجبور می‌کند که کارهایشان را با رویه و عملکردهای همزمان، همسان نمایند.

۴-۲-۲ بخش‌های مختلف خانه‌ی کیفیت

QFD توسط مجموعه‌ای از نمودارها به اسم HOQ شکل می‌گیرد. HOQ یک نقشه مفهومی است که روابط بین CR^۷ها و EC^۸ها و همچنین همبستگی بین ECها را معین می‌کند. در ادامه، بخش‌های مختلف خانه کیفیت شرح داده می‌شود.

۱-۴-۲-۲ نیازمندی‌های مشتری (CR)

نیازمندی‌های مشتری در واقع اولین و مهم‌ترین بخش از HOQ می‌باشد. HOQ لیست ساختاریافته‌ای از نیازها و خواسته‌های مشتری از محصول را مدیریت می‌کند. صدای مشتری (VOC) و نیازهای آنان باید توسط تیم طراحی لیست شود. اغلب این نیازها ایده‌های کلی هستند که لازم است تعریف جزئی‌تری نیز از آن وجود داشته باشد.

۲-۴-۲-۲ مشخصات مهندسی (EC)

این بخش از ماتریس HOQ احتیاجات فنی یا صدای شرکت نامیده می‌شود. این بخش محصول را از زبان مهندسان و شرکت توصیف می‌کند. مشخصات فنی و مهندسی محصول باید احتیاجات مشتری را به صورت دقیق و واضح نمایش دهد و باید با حداقل یکی از نیازهای مشتری تطابق داشته باشد. به عبارتی برای هر What باید یک یا چند How وجود داشته باشد تا منظور مشتری در رسیدن به رضایت را توصیف نماید. تیم باید در محیط بی طرفی برای Howها، راه‌حل تعیین نماید و نباید با لیست کردن اجزاء و فرآیندهای خاص، آن را محدود نماید.

۳-۴-۲-۲ ماتریس روابط

این بخش با بدنه‌ی اصلی خانه کیفیت تطابق دارد و تکمیل کردن آن زمان زیادی را به خود اختصاص می‌دهد. ساختار آن از یک ماتریس دوبعدی استاندارد تشکیل شده است که سطرهای آن را نیازمندی‌های

^۷ Customer Requirement

^۸ Engineering Characteristic

مشتری و ستون‌های آن را مشخصات مهندسی تشکیل می‌دهد. رابطه بین هر What و How با یک نماد نشان داده می‌شود. نمادها برای راحتی کار و آسانی فهم، به جای اعداد به کار برده می‌شوند. جدول ۱-۲ نمادگذاری رایجی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲. استاندارد ۵-۳-۱ (یانگ، ۲۰۰۸)

۵	●	قوی (strong)
۳	○	متوسط (moderate)
۱	Δ	ضعیف (weak)

۴-۴-۲-۲ رتبه‌بندی اهمیت

رتبه‌بندی اهمیت، معیاری برای نشان دادن اهمیت How ها و What ها جهت طراحی است. در توسعه‌ی عملکرد کیفیت دو رتبه‌بندی اهمیت وجود دارد:

▪ شاخص نیازمندی مشتری

این بخش نیازهای اولویت‌دار مشتریان را کمی کرده و همچنین به این اولویت‌ها این اجازه را می‌دهد که براساس موضوع مدنظر صاحب‌نظران تعدیل شوند. این شاخص معمولاً از ۱ تا ۵ طبق جدول ۲-۲ رتبه‌بندی می‌شود که البته طبق نظر تیم طراحی می‌تواند اعداد دیگری را نیز به خود اختصاص دهد.

▪ رتبه‌بندی اهمیت مشخصات مهندسی






رتبه‌بندی اهمیت مشخصات مهندسی به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

۱- به وسیله قرارداد، هر نماد در ماتریس رابطه، مقداری را که بیانگر شدت سلول‌ها How ها و what می‌باشد، دریافت می‌نماید.

۲- این مقادیر در شاخص مطلوبیت مشتری ضرب می‌شوند و در نتیجه برای هر نماد مقدار عددی به دست می‌آید.

۳- رتبه‌بندی اهمیت هر How، با جمع مقادیر هر ستون به دست می‌آید.

جدول ۲-۲ وزن اهمیت (یانگ، ۲۰۰۸)

وزن	نماد	اهمیت
۵		شدیداً مهم
۴		خیلی مهم
۳		تا حدی مهم
۲		کمی مهم
۱		بی اهمیت

۲-۲-۴-۵ همبستگی ECها

هر سلول در سقف خانه کیفیت، نشان‌دهنده‌ی ارتباطات ممکن بین How تا می‌باشد. استفاده از این اطلاعات، توسعه چشم‌انداز سیستم برای How های مختلف و تحت شرایط مختلف را بهبود می‌بخشد (یانگ، ۲۰۰۸). در ماتریس همبستگی نمادهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که سطوح همبستگی را نشان می‌دهد که می‌تواند مشابه جدول ۲-۳ باشد. البته براساس نظر تیم طراحی مقیاس‌های دیگری نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگر یک How دیگری را پشتیبانی نماید دارای اثر همبستگی مثبت در غیر این صورت دارای اثر همبستگی منفی خواهد بود.

جدول ۲-۳ نمادهای ماتریس همبستگی (یانگ، ۲۰۰۸)

وزن	نماد	موازنه
۱		هم‌افزایی (synergy)
-۱		توافق (compromise)

۲-۴-۶ اهداف و محدودیت‌ها

برای هر How که در ماتریس روابط نشان داده می‌شود، باید اهداف و محدودیت‌ها تعیین شود. در اینجا هدف، تعیین کیفیت نیازها و انتظارات مشتریان و ایجاد هدف برای تیم طراحی است. این اهداف و محدودیت‌ها باید یک پایه برای ارزیابی موفقیت ایجاد نماید. بنابراین، How ها باید قابل اندازه‌گیری باشند. لازم است که روی How ها بازبینی صورت گیرد (یانگ، ۲۰۰۸).

۲-۲-۵ زمینه‌های کارکردی QFD

QFD در اصل جهت گسترش محصولات با کیفیت بالاتر برای برآوردن نیازهای مشتری یا فراتر رفتن از نیازهای مشتری، پیشنهاد شد. بنابراین کارکردهای اولیه QFD توسعه‌ی محصول، مدیریت کیفیت و تحلیل نیازهای مشتری است. سپس سایر کارکردها به زمینه‌های وسیع‌تری همچون طراحی، برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری، مهندسی، مدیریت، کار تیمی، زمان‌بندی، و هزینه‌یابی توسعه یافت. اساساً هیچ مرز مشخصی برای زمینه‌های بالقوه‌ی کاربردهای QFD وجود ندارد.

✓ توسعه محصول

یکی از دو زمینه‌ی رایج کاربرد QFD، توسعه‌ی محصول است. کاربردهای مشابه و خاص زیادی در این زمینه وجود دارد، این کاربردها شامل توسعه‌ی دوره‌های آموزشی، تغییر مدل محصولات، محصولات جدید، محصولات و فرآیندها، مفهوم محصول، روش‌های تست قابلیت اطمینان، نرم‌افزار، معیارهای عملکرد استراتژیک و سیستم‌ها می‌شود.

✓ مدیریت کیفیت

زمینه‌ی رایج دیگر کاربرد QFD، مدیریت کیفیت است که بخش مهم از فرآیند QFD است و برای موفقیت توسعه‌ی محصول ضروری است. به‌طور خاص، QFD در سیستم‌های خبره برای مدیریت کیفیت، بهبود

فرایند، کنترل کیفیت، سیستم‌های اطلاعات کیفیت، سیستم‌های کیفیت، بهبود خدمات، سیستم‌های مدیریت کیفیت خدمات و بهبود فرایند نرم‌افزار کاربرد دارد.

✓ تحلیل نیازهای مشتری

مدیریت کیفیت و توسعه‌ی محصول در QFD از طریق تحلیل نیازهای مشتری به دست می‌آید. در واقع، همیشه اولین مرحله از فرآیند QFD است و بنابراین مهم‌ترین زمینه کاربردی QFD است. نشریات بسیاری در این زمینه کارهای پژوهشی انجام داده‌اند که عمدتاً بر روی دو جنبه‌ی اصلی تحلیل نیازهای مشتری شامل جمع‌آوری/ ترجمه نیازهای مشتری و ارضای نیازهای مشتری تمرکز می‌کند. همچنین کاربردهای QFD نشان‌دهنده‌ی برخی جنبه‌های خاص تحلیل نیازهای مشتری مثل درگیری مشتری، ترجیحات مشتری، خدمات مشتری، جمع‌آوری داده، تعریف نیازمندی‌های کیفیت، پردازش نیازمندی‌های مشتری و اولویت‌بندی نیازهای مشتری می‌باشد.

✓ طراحی محصول

QFD می‌تواند به کیفیت مبتنی بر طراحی به جای کیفیت مبتنی بر بازرسی سنتی منسوب شود. در واقع، به سازمان کمک می‌کند که دیدگاهش را از بازرسی کیفیت محصول به طراحی کردن کیفیت در محصول از طریق تحلیل نیازهای مشتری تغییر دهد. بنابراین، طراحی محصول یکی از زمینه‌های کارکردی QFD است. مطالعات صورت گرفته در این زمینه بر روی طراحی محصولات مختلفی تمرکز می‌کنند. همچنین بر روی موضوعات مختلفی در طراحی محصول شامل طراحی محصول سه‌بعدی، طراحی آموزشی، طراحی برای تولید، روش‌های طراحی، طراحی سیستم‌های اطلاعاتی و خدمات، طراحی برنامه‌های بازاریابی مشتری محور، طراحی مهندسی، طراحی کنترل پرواز، طراحی خانه، طراحی سیستم اطلاعاتی، طراحی آموزشی، طراحی سیستم داخلی، طراحی سیستم تولید، طراحی فرآیند، مفهوم‌سازی محصول، تعریف محصول،

نوآوری محصول / فرایند، طراحی مجدد محصول، معرفی محصول / خدمت، طراحی پرسشنامه، طراحی مستحکم، طراحی خدمات، طراحی سیستم، طراحی مجدد سیستم و طراحی ارزش تمرکز می‌کند.

✓ برنامه‌ریزی

QFD فرایند برنامه‌ریزی مشتری محور، پیش‌کنشی^۹ است، به طوری که مشکلات در آغاز توسعه‌ی محصول قابل شناسایی و برطرف شدن هستند و افراد کمتری مجبورند با مشکلات در مراحل بعدی سروکار داشته باشند. این قابلیت QFD نه فقط برای برنامه‌ریزی محصول معمولی و برنامه‌ریزی فرآیند کاربرد دارد، بلکه در زمینه‌ی برنامه‌ریزی عمومی، برنامه‌ریزی استراتژیک و انواع خاص برنامه‌ریزی شامل برنامه‌ریزی کسب‌وکار، برنامه‌ریزی فرآیند کسب‌وکار، برنامه‌ریزی خدمات پرستاری، برنامه‌ریزی سازمان، برنامه‌ریزی تحقیقات، برنامه‌ریزی کیفیت خدمات، برنامه‌ریزی بازاریابی استراتژیک، برنامه‌ریزی تحقیقات استراتژیک، برنامه‌ریزی زنجیره‌ی عرضه، برنامه‌ریزی فنی، و برنامه‌ریزی آزمایش، قابل کاربرد است.

✓ مهندسی

جدا از پنج کارکرد مشهور بالا، QFD همچنین می‌تواند در زمینه‌های دیگر بکار رود. یکی از این زمینه‌ها، مهندسی همزمان است. همچنین، از ارتباط QFD با مهندسی دانش، مهندسی کیفیت، مهندسی نوسازی، مهندسی نیازمندی‌ها، مهندسی همزمان، مهندسی مجدد استراتژیک، مهندسی سیستم‌ها، و مهندسی ارزش، گزارش شده است.

✓ تصمیم‌گیری

QFD مشخصه‌های طراحی محصول (چگونه) را براساس نیازمندی‌های مشتری (چه چیزی) و تحلیل رقابتی (چراها) تعیین می‌کند که این امر فرآیندی مشتری محور و بازارمحور را برای تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد.

^۹ Pro-active

هدف استفاده از این تکنیک در این زمینه، تعیین نیازهای مشتری، توسعه اولویت‌ها، فرمول‌سازی سیاست‌های سالانه، استراتژی‌های تولید، الگوبرداری و تصمیم‌گیری می‌باشد. QFD بخصوص به طور گسترده در جنبه‌های اصلی تصمیم‌گیری شامل: اندازه‌گیری، انتخاب/تعیین، و ارزیابی کاربرد دارد.

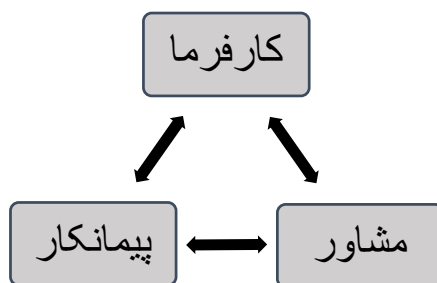
✓ مدیریت

کلیه کارکردهای ذکر شده در بالا کم‌وبیش مرتبط با مدیریت است. بنابراین می‌توان گفت که QFD می‌تواند به‌طور مستقیم به‌عنوان ابزار مدیریت استفاده شود. این تکنیک بخصوص در زمینه‌ی مدیریت شرکت‌های تولیدی پیشرفته، کسب‌وکار، فرایندهای کسب‌وکار، بودجه سرمایه، فرهنگ، شکایات مشتری، روابط مصرف‌کننده – تأمین‌کننده، اطلاعات زیرساخت‌ها در شهرهای کوچک، نگهداری، تولید و ساخت، مزایای رقابتی سازمان، سیاست‌ها، فرآیندها، برنامه‌ها، پروژه‌ها، سیستم‌های گزارش و ... کاربرد دارد.

۲-۲-۶ ارکان اصلی پروژه عمرانی

از حدود یکصد سال پیش تحولات بزرگی در تمام شاخه‌های علمی و فنی روی داد. پروژه‌های عمرانی نیز از این تغییرات سهم بسزایی داشتند که مهم‌ترین آن‌ها بر دو پایه‌ی مصالح و محاسبات تعادلی استوار گردید. پروژه‌های پیش از آن دوره فقط از روی نظر و احساس معماران و تجارب آن‌ها به انجام می‌رسید و محاسبات فنی در آن‌ها معمول نبود. در سال ۱۸۹۵ پروفیسور کولمان استاد دانشگاه زوریخ، پایه و اساس محاسبات تعادلی را بنا نهاد که بعدها توسعه پیدا کرد و تکمیل شد. در تهیه‌ی مصالح ساختمانی نیز پیشرفت‌های مهمی بدست آمد. در سال ۱۸۲۴ اختراع سیمان پرتلند در انگلستان ثبت شد. در نتیجه کیفیت اجرای پروژه‌ها به تدریج تغییر کرده و به حالت امروزی رسید. عملیات اجرائی نیز که به‌طور امانی انجام می‌شد، یعنی خود کارفرما متصدی تهیه‌ی مصالح و پرداخت دستمزد بود، صورت دیگری پیدا کرد و به غیر (پیمانکار) واگذار گردید (ره‌نمون، ۱۳۷۴).

در حال حاضر اکثر پروژه‌های عمرانی حاصل مشارکت کارفرما (مالک)، مشاور (طراح)، و پیمانکار (سازنده) است که ارکان اصلی هر پروژه‌ی عمرانی را تشکیل داده و با هم رابطه‌ای تنگاتنگ و اجتناب‌ناپذیر دارند (نمودار ۲-۲).



شکل ۲-۲- نمودار ارکان اصلی پروژه‌های عمرانی

در نمودار حاضر، کارفرما طرفی است که زمان نیاز به پروژه‌ی مشخصی را تعیین و اجرای عملیات آن را به پیمانکار واگذار نموده و تأمین‌کننده‌ی منابع مالی پروژه می‌باشد. این تصمیم ممکن است پس از بررسی وسیع گزینه‌های مختلف صورت گیرد. زمانی که تصمیم به تهیه و اجرای پروژه‌ای گرفته شد، کارفرما می‌تواند از خدمات مشاور جهت تهیه‌ی طرح و پس از آن از خدمات پیمانکار جهت انجام عملیات اجرائی طرح استفاده نماید یا در صورت در اختیار داشتن عوامل طراحی و اجرائی مناسب از جمله نیروی انسانی متخصص، ابزار و ماشین‌آلات کافی و قدرت اجرائی شایسته، هر کدام از موارد مذکور را خود رأساً انجام دهد. مشاور کسی است که کارفرما می‌تواند برای مطالعه، طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های خود از خدمات او استفاده نماید. طرح، که با اهداف پروژه‌ی موردنظر کارفرما تطابق زیادی دارد، راهنمای مستند پیمانکار که پروژه را اجرا می‌کند، خواهد بود. پیمانکار کسی است که دارای گواهینامه‌ی صلاحیت پیمانکاری از اداره‌ی ثبت شرکت‌ها و مالکیت‌های صنعتی یا اداره‌ی ثبت اسناد و املاک بوده و پس از طی مراحل قانونی و انتخاب از سوی کارفرما و در چارچوب قرارداد، انجام عملیات اجرائی پروژه را متعهد می‌شود. روابط و ترتیبات قراردادی

بین این طرف‌ها، بسته به طبیعت و اندازه‌ی پروژه تغییر می‌کند. در مواردی یک طرف ممکن است دو یا حتی هر سه نقش را به عهده بگیرد.

در صورتی که کارفرما تصمیم گرفته باشد اجرای عملیات موضوع پروژه را آغاز کند، لازم است پیمانکاری را انتخاب کند که از هر نظر صلاحیت کافی و حداکثر تناسب لازم را با نیازهای کارفرما و مشخصات پروژه داشته باشد تا علاوه بر اینکه پروژه را با حداقل هزینه‌ی ممکن به انجام برساند، کارفرما را نیز به حداکثر اهداف و خواسته‌های ممکن رهنمون سازد. پیمانکار به‌عنوان عامل اجراکننده، بیشترین سهم را در پیشبرد پروژه و رسیدن به اهداف پیش‌بینی‌شده دارد. چنانچه پیمانکار از نظر اجرائی و فنی قوی بوده و توان مالی و سایر مشخصه‌های لازم برای اجرای پروژه را داشته باشد، بسیاری از کاستی‌های موجود در نقشه‌های مشاور، همچنین ضعف تشکیلات و سازمان‌دهی کارفرما را جبران نموده و در حین اجرای پروژه به حل آن‌ها می‌پردازد. به‌عکس عملکرد نامناسب پیمانکار، پروژه را با رکود مواجه ساخته و یکی از عوامل تأخیر در پروژه‌ها می‌باشد.

بر این اساس مناسب‌ترین راه برای انتخاب پیمانکار اصلح برگزاری مناقصه‌ی رقابتی است. در مناقصه‌ی رقابتی سعی می‌شود که انتخاب نهائی به‌گونه‌ای باشد که پروژه با بهترین کیفیت و کمترین هزینه‌ی ممکن به انجام برسد. مناقصه‌ی رقابتی فرآیندی است که در آن خریدار بین فروشندگان متعدد، به‌منظور خرید کالا یا خدمات مشخصی رقابت ایجاد کرده و کالا یا خدمات موردنظر خود را از فروشنده‌ای که پایین‌ترین قیمت را پیشنهاد نماید، خریداری می‌کند. برگزاری مناقصه‌ی رقابتی، زمانی معنا و مفهوم خواهد داشت که رقبای شرکت‌کننده در مناقصه، کالا یا خدمات خود را با کیفیت و شرایط کاملاً یکسان ارائه کنند و رقابت آن‌ها صرفاً مربوط به کاهش قیمت باشد. بر این اساس در مناقصه‌ی پروژه‌های عمرانی، انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار زمانی تحقق پیدا خواهد کرد که برنده‌ی مناقصه (پیشنهاددهنده‌ی حداقل قیمت)، خدمات خود را با کیفیتی حداقل برابر با سایر رقبا به کارفرما ارائه کند. از آنجائی که شرکت‌های پیمانکاری به‌عنوان یک

سیستم سازمان (اجتماعی) مطرح هستند و به این دلیل که این نوع سیستم‌ها به خاطر نقشی که انسان در سیستم‌های سازمانی دارد در شمار پیچیده‌ترین سیستم‌های شناخته شده قرار دارند (رضائیان، ۱۳۷۸). نمی‌توان ادعا کرد پیمانکارانی که در مناقصات پروژه‌های ساختمانی شرکت می‌کنند، دارای توانایی‌ها و خصوصیات کاملاً یکسانی هستند یا اینکه خدمات کاملاً یکسانی ارائه می‌نمایند. به همین دلیل در ارزیابی و انتخاب پیمانکار مناسب یک پروژه‌ی عمرانی باید مکانیسمی مورد استفاده قرار گیرد که علاوه بر قیمت پیشنهادی سایر شاخص‌ها و معیارهای موردنظر مشتری نیز در نظر گرفته شود.

۷-۲-۲ انتخاب پیمانکار

در تبیین هر فعالیت، کلیدی‌ترین عوامل، زمان، هزینه و کیفیت هستند. وقتی قرار است فعالیتی به پیمانکار واگذار شود، این سه عامل باید در انتخاب پیمانکار، به‌طور دقیق بررسی شده و مدنظر قرار گیرند. درواقع، سوابق پیمانکار می‌تواند تا حد زیادی گویای توانایی وی باشد. اشتباه در انتخاب پیمانکار می‌تواند در مقاطع مختلف پروژه، صدمات جبران‌ناپذیری را وارد سازد. به‌علاوه، در صورتی که پیمانکار بخواهد از پیمانکار دست‌دوم استفاده کند، دریافت موافقت صاحب‌کار ضروری می‌باشد.

۱-۷-۲-۲ انواع پیمانکاران

پیمانکاران بر حسب توان (پایه) به سه دسته زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف- پیمانکاران حقیقی و اشخاص حقوقی بخش خصوصی ایرانی که صد در صد (۱۰۰٪) سهم‌الشرکه یا سهام آن‌ها متعلق به اشخاص حقیقی ایرانی باشد.

نکته: چنانچه شرکت‌های نوع اول به همراه اخذ پایه ۵ یا ۲ حداقل برای یک رشته، جهت رشته‌های دیگر مورد درخواست خود نیز، موفق به اخذ پایه‌های ۳ یا ۴، یا ۵ از دفتر نظام فنی اجرایی شوند، همه پایه‌های اخذشده، توسط دفتر اعلام می‌شود و نیازی برای مراجعه، به استانداری، جهت اعلام پایه‌های ۳ یا ۴ یا ۵ نمی‌باشد.

ب- پیمانکارانی که صد در صد (۱۰۰٪) مالکیت سهم شرکت یا سهام آنها متعلق به دولت، شهرداری‌ها، مؤسسات یا نهادها و ارگان‌های انقلاب اسلامی یا دیگر مؤسسات عمومی و عام‌المنفعه باشد. لازم به ذکر است که شرکت‌های دولتی که با اجازه‌ی قانون تشکیل می‌شوند، نوع دو محسوب می‌شوند. البته لازم به تذکر است که، پیمانکاران نوع دوم فقط در دفتر نظام فنی اجرایی تشخیص صلاحیت می‌شوند و درخواست خود را باید مستقیماً به پیوست مدارک موردنیاز، به دفتر ارسال نمایند.

پ- گروه‌های مشارکت و سایر پیمانکارانی که حائز شرایط نوع اول و دوم نباشند، نوع سوم محسوب می‌شوند. طبق ماده ۲۳ آئین‌نامه تشخیص صلاحیت پیمانکاری، پیمانکاران نوع سوم، صرفاً توسط دفتر نظام فنی اجرایی و به صورت موردی تشخیص صلاحیت می‌شوند.

سایر اشخاص حقوقی عمومی نظیر دولت، سازمان‌های دولتی، شهرداری‌ها، نهادها و مؤسسات عمومی غیردولتی، مؤسسات خیریه و موقوفات و ... از نظر این آیین‌نامه پیمانکار محسوب نمی‌شوند.

۲-۲-۷-۲ مدل‌های انتخاب پیمانکار

انتخاب پیمانکار از دشوارترین و مهم‌ترین تصمیمات کارفرما در پروژه‌های عمرانی می‌باشد. هر پروژه عمرانی ممکن است با شرایط بد و عدم اطمینان مواجه شود و یک پیمانکار نامناسب احتمال تأخیرات، افزایش هزینه‌ها، کار و کیفیت پایین‌تر از استاندارد، مجادلات و حتی ورشکستگی را افزایش می‌دهد (هاتوش و اسکیت‌مور، ۱۹۹۷). برای پروژه‌های ساختمانی پیچیده و با میزان ریسک بالا، رویکرد پایین‌ترین قیمت پیشنهادی، گزینه‌ای سودمند برای مواجهه با مسائل انتخاب پیمانکار نمی‌باشد، زیرا مالک باید ریسک بالای عدم موفقیت را متقبل شود (مارزوک، ۲۰۰۶). در این شرایط، رویکردی ترکیبی باید موردتوجه قرار گیرد. این رویکرد عواملی همچون قیمت پیشنهادی، عملکرد محتمل و مواردی از این دست را مدنظر قرار می‌دهد. در سه دهه اخیر، روش‌های متفاوت بسیار زیادی به‌منظور بهبود احتمال و میزان موفقیت در پروژه‌های عمرانی در زمینه‌ی انتخاب پیمانکاران به کار گرفته شده‌اند.

۲-۷-۳ معیارهای انتخاب پیمانکار

مهم‌ترین مرحله در شاخص‌های انتخاب در فرآیند ارزیابی و انتخاب پیمانکاران، تعیین شاخص‌های انتخاب می‌باشد. زیرا انتخاب کردن یک نوع تصمیم‌گیری می‌باشد و هر تصمیم‌گیری بر مبنای یک سری شاخص انجام می‌گیرد. هاتوش و اسکیت‌مور (۱۹۹۷) اطلاعاتی را که برای سنجش معیارهای پیش‌ارزیابی و ارزیابی مناقصه لازم هستند را به پنج دسته اطلاعات مالی، اطلاعات فنی و تکنیکی، اطلاعات مدیریتی و اطلاعات امنیتی تقسیم کردند.

جنینگ و هالت از طریق توزیع پرسشنامه، معیارهای مهم در انتخاب پیمانکاران را جویا شده‌اند و نه معیار قیمت، تجربه کار مشابه، شهرت پیمانکار، ثبات مالی، روابط کاری قبلی، اتمام به‌موقع پروژه‌ها، تجربه پرسنل کلیدی، صلاحیت کارکنان کلیدی و تصور موجود از شرکت پیمانکار را مهم‌ترین عوامل در انتخاب پیمانکار می‌دانند (جنینگز و هالت، ۱۹۹۸).

واتس، هشت معیار کلیدی را برای ارزیابی پیمانکاران برشمرده است که به ترتیب اولویت عبارت‌اند از: خبرگی سازمانی، ظرفیت کاری، خبرگی در مدیریت پروژه، عملکرد در پروژه‌های قبلی، شهرت شرکت، روابط پیمانکار با کارفرما، توانایی فنی، روش انجام کار (کاظمی و زاهدی، ۱۳۸۸).

عباس‌نیا و همکارانش برای ارزیابی پیش‌صلاحیت پیمانکاران از ۳۲ معیار استفاده کرده‌اند که این معیارها را در هشت مجموعه‌ی تجربه، پایداری مالی، سوابق شرکت، کیفیت، کارهای جاری، منابع، ساختار شرکت و تکنولوژی شرکت، دسته‌بندی کرده‌اند (عباس‌نیا و همکاران، ۱۳۸۴).

جلالیان و صبحیه ۳۲ فاکتور مؤثر بر عملکرد پیمانکاران که در سیستم‌های ارزیابی مقدماتی کشورهای استرالیا، ایران، آمریکا و کویت مورد استفاده قرار می‌گیرد را شناسایی کرده‌اند، و پنج فاکتور به اتمام رسانیدن پروژه‌های قبلی در موعد مقرر، سابقه و تجربه مرتبط با نوع پروژه، تجهیزات و ماشین‌آلات، حجم و تعداد

پروژه‌های انجام شده و ظرفیت مالی را به‌عنوان مؤثرترین معیارها برای ارزیابی عملکرد پیمانکاران معرفی کرده‌اند (جلالیان و صبحیه، ۱۳۸۵).

کرامتی و وکیلی از معیارهایی که آقای وانگ در سال ۲۰۰۰ در تحقیقاتش به آن‌ها اشاره کرده است، ۳۴ معیار را برگزیده‌اند، که در ۹ حوزه‌ی تجربه کارکنان، منابع و موجودی‌ها، توانایی‌های اجرایی و مدیریتی، بهداشت و ایمنی، گزارش عملکرد، شهرت پیمانکار، پیشنهادات پیمانکار، ظرفیت کاری، سایر معیارهای ارزیابی دسته‌بندی کردند (کرامتی و وکیلی، ۱۳۸۹).

بتولی و همکارانش با بررسی ۳۱ مقاله و نظر خبرگان، ۲۹ عامل کلیدی را در انتخاب پیمانکاران صنعت ساختمان شناسایی کرده‌اند، که این معیارها را در چهار دسته‌ی کلی منابع پیمانکار، قیمت پیشنهادی، سوابق پیمانکار و قابلیت‌های مدیریتی پیمانکار ارائه داده‌اند. ایشان از طریق پرسش‌نامه و توزیع آن بین شرکت‌های مشاور رتبه‌ی یک، میزان اهمیت این معیارها را نیز مشخص کرده‌اند (بتولی و همکاران، ۱۳۸۹). آقا باقری و همکارانش با استفاده از مصاحبه با خبرگان صنعت ساختمان و از طریق پرسشنامه ۲۸ شاخص مؤثر بر انتخاب پیمانکاران را مشخص کرده و این شاخص‌ها را در شش گروه شامل شاخص فنی، شاخص مهارتی - توانایی، شاخص اقتصادی - مالی، شاخص مدیریتی و کادر تخصصی، شاخص تجهیزات، شاخص حسن سابقه و اعتبار تقسیم‌بندی نمودند (آقا باقری و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۲-۸ تعیین صلاحیت مقدماتی و رتبه‌بندی پیمانکاران

هدف از تعیین صلاحیت مقدماتی و رتبه‌بندی پیمانکاران قبل از برگزاری مناقصه‌ی رقابتی عبارت است از حذف تعدادی از پیمانکاران شرکت‌کننده در مناقصه که متناسب با پروژه‌ی مربوطه نبوده (حداقل توانایی - های مالی و فنی لازم را ندارند) و در نتیجه کاهش تعداد پیشنهاددهندگان که در نهایت توسط کارفرما برای انتخاب پیمانکار برنده، ارزیابی خواهند شد (تیلور و همکاران، ۲۰۱۴). تعیین صلاحیت و رتبه‌بندی پیمانکاران توسط یک کمیته‌ی تخصصی و به صورت سراسری انجام می‌شود. پیمانکاران با توجه به معیارهای

تعیین صلاحیت از نظر توانایی‌های مالی و فنی در پایه‌های مختلف رتبه‌بندی می‌گردند به این ترتیب که اطلاعات درخواست شده از سوی کمیته‌ی تعیین صلاحیت را به همراه اسناد و مدارک زیربند ارائه کرده و کمیته‌ی مزبور براساس ضوابط و رویه‌های مربوط به حداقل توانایی‌های مالی و فنی، صلاحیت پیمانکاران را بررسی و پس از تأیید، رتبه‌ی آن‌ها را که نشان‌دهنده‌ی محدودیت ظرفیت کاری و توان فنی می‌باشد، مشخص می‌کند. اسامی پیمانکارانی که بدین ترتیب تعیین صلاحیت و رتبه‌بندی می‌شوند، در فهرست پیمانکاران صلاحیت‌دار درج خواهد شد. در این فهرست اطلاعات دیگری از جمله ظرفیت، پایه و رشته‌ی کاری پیمانکاران نیز وجود دارد.

۹-۲-۲ معیارهای مؤثر بر صلاحیت پیمانکاران

جدیدی مهم‌ترین معیارهایی را که در انتخاب پیمانکاران پست‌های فشارقوی مؤثر می‌داند به شرح زیر ارائه نموده است: سوابق پیمانکار، دقت در تأمین ابزار و قطعات موردنیاز در طول عمر پروژه، همکاری در ارائه‌ی اطلاعات فنی مورد درخواست کارفرما، پایبندی به قرارداد، قابلیت انعطاف در مواقع ضروری، کیفیت آموزش‌های ارائه‌شده به پرسنل بهره‌بردار، پاسخ‌گوئی مناسب و به‌موقع به مکاتبات و تطبیق مشخصات فنی تجهیزات ساخته‌شده با مشخصات درخواستی (جدیدی، ۱۳۷۳). ونگ^{۱۰} و هالت^{۱۱} در زمینه‌ی طبقه‌بندی و انتخاب پیمانکار تحقیقات متعددی انجام داده‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که مهم‌ترین پارامترهایی که بر صلاحیت و ارزیابی پیمانکاران مؤثر است عبارت‌اند از: متناسب بودن تجهیزات و ماشین‌آلات پروژه، کارایی در انجام پروژه‌های قبلی مخصوصاً هزینه و زمان، ارتباط با کارفرما و مشاور، خوش‌نامی و حسن سابقه (ونگ و هالت، ۱۹۹۹).

۱۰ Wong

۱۱ Holt

مریاکس^{۱۲} و هانسون^{۱۳} در تحقیقات خود به این نتیجه رسیده‌اند که در ارزیابی و انتخاب پیمانکار نباید صرفاً صرفاً قیمت پیشنهادی را ملاک قرار داد و از در نظر گرفتن سایر معیارهای کمی و کیفی چشم‌پوشی کرد. آن‌ها مهم‌ترین معیارها را به شرح ذیل بیان می‌کنند: قیمت پیشنهادی، سیستم کنترل پروژه، توانایی تکمیل کارها (از دو جنبه‌ی فیزیکی و اقتصادی)، کیفیت اجرای پروژه‌های قبلی، تخصص و تجربه‌ی پرسنل، روش انتخاب پیمانکاران جزء، زمان اجرا، چگونگی حفاظت از محیط‌زیست، زیباگرایی (در پروژه‌هایی مانند ساخت پل‌ها) و پیشنهادات فرعی (که به کاهش هزینه‌های کارفرما منجر شود) (مریاکس و هانسون، ۱۹۹۵).

بیدی براساس مطالعاتی که انجام داده است، معیارهای ارزیابی پیمانکاران را این‌چنین معرفی می‌کند: توانایی مالی، تجربه و سوابق کاری، تجهیزات و ماشین‌آلات، توانایی پشتیبانی پروژه، کارکنان موجود، محل دفتر مرکزی نسبت به پروژه، کیفیت اجرای پروژه‌های قبلی، میزان رعایت ایمنی در پروژه‌های قبلی، میزان کار در دست اجرا، ظرفیت کار قابل اجرا و ساختار سازمانی (بیدی، ۱۳۸۶).

اصغری زاده و نصراللهی، با بررسی مطالعات انجام‌شده در خصوص انتخاب پیمانکاران پروژه‌های عمرانی، شاخص‌های فنی، مهارتی-توانایی، اقتصادی-مالی، مدیریتی-کادر تخصصی، تجهیزات، اعتبار و حسن سابقه را به‌عنوان مؤثرترین شاخص‌ها در انتخاب پیمانکاران پروژه‌های عمرانی معرفی نمودند (اصغری زاده و نصراللهی، ۱۳۷۸). نکته‌ی قابل توجه آن است که برای پروژه‌های مختلف ممکن است شاخص‌های دیگری مطرح شوند یا تعدادی از شاخص‌های مطرح‌شده اهمیت خود را از دست بدهند. زیرا شاخص‌های مؤثر در ارزیابی پیمانکاران و درجه‌ی اهمیت آن‌ها تابع عوامل مختلفی هستند که با توجه به شرایط متفاوت حاکم بر هر پروژه می‌توانند تغییر کنند. بنابراین قبل از برگزاری هر مناقصه‌ی رقابتی بهتر است مطالعاتی در خصوص شاخص‌های مورد نظر، براساس تصمیم‌گیری‌های گروهی و به صورتی علمی و منطقی انجام گرفته و درجه‌ی اهمیت هر یک از آن‌ها تعیین گردد.

۱۲ Meriaux

۱۳ Hansson

۲-۱۰ معیارهای عمومی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمانی

سینگ و تیونگ (۲۰۱۳) بیان کردند که پژوهشگران و کارفرمایان مختلف، مجموعه‌های گوناگونی از معیارهای ارزیابی در راستای سنجیدن قابلیت‌های پیمانکاران مطرح کردند. خلاصه‌ی مطالعات بر روی شناسایی موثرترین و کارآمدترین معیارهای ارزیابی ارائه شده محققین، توسط جعفری (۲۰۱۳) و حسینی و همکاران (۱۳۸۸) گردآوری شده است که در جدول ۲-۴ نمایش داده شده است.

جدول ۲-۴ خلاصه مطالعات در خصوص معیارهای ارزیابی و انتخاب پیمانکار

ردیف	معیارهای مهم و اصلی ارزیابی	کشور	منبع
۱	تجربه، توان مالی، حسن سابقه، توان فنی و برنامه‌ریزی، ظرفیت گرفتن پروژه جدید	ایالات متحده آمریکا	راسل و همکاران (۱۹۹۲)
۲	تجربه، حسن سابقه، ظرفیت اشغال شده، مدیریت منابع، آب و هوا و اقلیم	انگلستان	هالت و همکاران (۱۹۹۳)
۳	توان مالی، حسن سابقه، توان فنی و برنامه ریزی، ایمنی	انگلستان	هاتوش و اسکیتومور (۱۹۹۷)
۴	تجربه، توان مالی، حسن سابقه، قیمت پیشنهادی پایین، ارتباطات در کسب و کارهای قبلی	انگلستان	جنینگ و هالت (۱۹۹۸)
۵	تجربه، توان مالی، حسن سابقه، توان برنامه‌ریزی، موقعیت مکانی پروژه، صلاحیت پیمانکاری، اسناد مناقصه، پیشنهادهای جایگزین، شرکت‌های خارجی	عربستان سعودی	الشاكر (۱۹۹۹)
۶	توان مالی، حسن سابقه، ایمنی، استانداردهای کیفی	انگلستان	انجی و اسکیتومور (۱۹۹۹)
۷	تجربه، توان تجهیزاتی، منابع نیروی انسانی، صلاحیت مدیر پروژه، موقعیت جغرافیایی پروژه، موقعیت مکانی دفتر اداری پیمانکار، ظرفیت مجاز پیمانکار، تحلیل فنی و اقتصادی	انگلستان	ونگ و همکاران (۲۰۰۰)
۸	توان مالی، توان فنی و برنامه‌ریزی، ارتباطات	چین	چن و همکاران (۲۰۰۳)
۹	توان مالی، حسن سابقه، خلاقیت و پتانسیل، معیارهای پروژه خاص	سنگاپور	سینگ و تیونگ (۲۰۰۶)
۱۰	تجربه، توان مالی، حسن سابقه، توان فنی و برنامه‌ریزی، ایمنی، کیفیت	انگلستان	الصرحی و همکاران (۲۰۰۷)
۱۱	تجربه، توان مالی، حسن سابقه، توان فنی و برنامه‌ریزی، توان تجهیزاتی، کیفیت، آشنا بودن با شرایط و محل پروژه، نوآوری و خلاقیت	ایران	درویش (۲۰۰۸)
۱۲	حسن سابقه، توان فنی و برنامه‌ریزی، مدیریت کیفیت، مدیریت ریسک، خلاقیت کسب‌وکار و نیروی کار، ضمانت و تعهد اجرایی	استرالیا	دولویی (۲۰۰۹)
۱۳	تجربه، حسن سابقه، توان فنی و برنامه‌ریزی، حجم کار، خلاقیت در حل مشکلات	استرالیا	وات و همکاران (۲۰۱۰)
۱۴	تجربه، توان مالی، توان فنی و برنامه‌ریزی، توان تجهیزاتی، قیمت پیشنهادی	مالزی	ادریس و همکاران (۲۰۱۱)
۱۵	تجربه، حسن سابقه، توان فنی و برنامه‌ریزی، صلاحیت حرفه‌ای، شناخت پروژه، آشنایی با عوامل و شرایط محیطی	ایالات متحده آمریکا	ژیا و همکاران (۲۰۱۲)

نتایج حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای در زمینه‌ی ساختمان‌سازی منجر به انتخاب معیارهایی برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران شده است. همان‌طور که در جدول ۲-۵ نشان داده شده است، این معیارها عبارت‌اند از: مالی، ارتباطات، توان مدیریتی و فنی، تجربه، عملکرد گذشته، کیفیت، سلامت و ایمنی، حجم کار فعلی، شهرت و رعایت قوانین زیست‌محیطی. هر کدام از این معیارها مواردی را شامل می‌شوند که در جدول ۲-۵ به آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۲-۵ دسته‌بندی معیارهای عمومی ارزیابی پیمانکاران ساختمانی

ردیف	عنوان معیار	شرح	منبع
۱	مالی	اعتبار بانکی، منابع بانکی، پیشینه حجم معاملات، تجزیه و تحلیل حساب‌ها، مقررات بانکداری، نقدینگی، نسبت اعتبار مثبت، منابع مالی، توان مالی و پشتیبانی، قیمت پیشنهادی، پرداخت به‌موقع دستمزد کارکنان. عوامل کارگاهی و پیمانکاران جزء، توانایی در تأمین اعتبار مالی.	افشار و همکاران، ۲۰۱۷، حالت و همکاران ۱۹۹۵، و همکاران، ۲۰۱۳، پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰
۲	ارتباطات	ارتباط با تأمین‌کننده، زیرپیمانکار و مشتری/ مطالبات و منازعات، انتقال اطلاعات و علایق به توافق، ارتباط و هماهنگی مستمر با کارفرما و دستگاه نظارت کاربرد روش‌ها و سازمان اجرائی مناسب و نظم و ترتیب در امور کارگاه.	و همکاران، ۲۰۱۳، پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰
۳	توان فنی و مدیریتی	عملکرد زمانی، عملکرد برنامه‌ریزی، مهارت فنی مالکان، مهارت فنی مدیر پروژه، تجهیزات شرکت، میزان توان اجرائی و فنی مدیران، چگونگی اجرای پروژه‌های قبلی از نظر کیفیت. هزینه و برنامه زمانی پیش‌بینی شده، داشتن گواهینامه‌ی صلاحیت، توان برنامه‌ریزی، داشتن مهارت و تخصص مدیریتی، شرکت در دوره‌های آموزش تخصصی، عضویت در انجمن‌های تخصصی، مدیریت کارآمد و سیستم مدیریتی مناسب، میزان تحصیلات و تجربه اجرائی کادر متخصص و عناصر کلیدی.	افشار و همکاران، ۲۰۱۷، حالت و همکاران ۱۹۹۵، السایا و همکاران، ۲۰۱۳
۴	تجربه	تعداد پروژه‌های قبلی مشابه با پروژه فعلی، تجربه در منطقه، طول زمان در کسب‌وکار، استفاده از روش‌های نوآوری، ارائه پیشنهاد تغییر برای مهندسی ارزش در پروژه‌های قبلی، نوع پروژه‌های تکمیلی، اندازه پروژه‌های تکمیلی، طول زمان کسب‌وکار، تجربه در منطقه، نوع پروژه، اندازه‌ی پروژه، میزان پروژه‌های تکمیلی، نوع پروژه‌های تکمیلی، تجربه در منطقه‌ی محلی، سابقه‌ی اجرائی در رشته و زمینه کاری موردنظر، خلاقیت و نوآوری در پروژه‌های قبلی.	افشار و همکاران، ۲۰۱۷، حالت و همکاران ۱۹۹۵، السایا و همکاران، ۲۰۱۳، پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰
۵	عملکرد گذشته	رضایت مشتری، مطالبات و دعاوی قضایی، سابقه پروژه‌های شکست‌خورده، شکست در تکمیل قرارداد، پیشینه‌ی کیفیت کار، تجاوز از زمان، تجاوز از هزینه، شکست در تکمیل قرارداد، تأخیر، هزینه‌های اضافی، کیفیت اجرای پروژه‌های قبلی، نداشتن سابقه‌ی فسخ پیمان، نداشتن سابقه‌ی خاتمه پیمان، نداشتن سابقه‌ی محرومیت از شرکت در مناقصه، نداشتن سابقه‌ی ضبط تضمین شرکت در مناقصه.	افشار و همکاران ۲۰۱۷، حالت و همکاران ۱۹۹۵، پاتریک فانگ و همکاران ۲۰۰۰
۶	کیفیت کاری	استانداردهای کیفیت استفاده شده، بلوغ کیفیت سیستم بیمه، سیاست کیفی، کار کیفی، بیمه‌ی کیفیت، تضمین کیفیت.	افشار و همکاران، ۲۰۱۷، السایا و همکاران، ۲۰۱۳

۷	سلامت و ایمنی	عملکرد ایمنی، بلوغ سیستم مدیریت سلامت و ایمنی، روزهای ازدست‌رفته برای آسیب و بیماری، بلوغ سیستم مدیریت زیست‌محیطی، سابقه‌ی امنیت، سیاست امنیت شرکت، تجربه در کنترل اختلالات، اقدامات احتیاطی ایمنی، آگاهی‌های ایمنی، بیمه نمودن کلیه امکانات تجهیزات و پرسنل در قبال حوادث احتمالی، رعایت دستورالعمل‌های ایمنی و حفاظتی کارگاه، رعایت قوانین HSE، میزان رعایت ایمنی در پروژه‌های قبلی.	افشار و همکاران، ۲۰۱۷، السایا و همکاران، ۲۰۱۳، پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰
۸	حجم کار فعلی	تعداد پروژه‌های در دست اجرا	السایا و همکاران، ۲۰۱۳
۹	شهرت	اعتبار و خوشنامی شرکت و پرسنل کلیدی، حسن سابقه در کارهای قبلی، دریافت جوایز و تقدیرنامه‌های رسمی.	پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰
۱۰	رعایت قوانین زیست‌محیطی	چگونگی حفاظت از محیط‌زیست	قدوسی و همکاران، ۲۰۱۸، محمدفام و همکاران، ۱۳۸۹، محمودی و همکاران، ۱۳۹۵.

۲-۱۱ الزامات و انتظارات عمومی مشتریان

پس از مطالعه‌ی جامع و گسترده‌ی مقالاتی که به شناسایی نیازها و انتظارات مشتریان از پیمانکاران در پروژه‌های ساخت‌وساز می‌پرداختند، مهم‌ترین آن‌ها شناسایی، و تحت پنج عنوان طبقه‌بندی شدند که در ادامه آورده شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش منظور از مشتری، استفاده‌کننده، کارفرما و یا ارگان‌های نظارتی از قبیل سازمان محیط‌زیست و سایر سازمان‌های دولتی مرتبط می‌باشد که نیازها و انتظارات آن‌ها در پژوهش مدنظر قرار گرفته است.

- هزینه ساخت
- کیفیت ساخت
- برنامه‌ی کاری
- الزامات زیست‌محیطی
- انتظارات زیست‌محیطی

۲-۲-۱۲ تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)

همه ما در زندگی فردی و سازمانی خود، آگاهانه و ناآگاهانه، تصمیمات مختلفی اتخاذ می‌کنیم. یعنی از بین چند راهکار، یک راهکار را انتخاب می‌کنیم. برای مثال در مورد این که پول خود را در بانک پس‌انداز کنیم یا سهام بخریم، تصمیم می‌گیریم. در مورد خرید یک نوع اتومبیل خاص یا گذران اوقات فراغت و غیره تصمیم می‌گیریم. بر این اساس می‌توان گفت زندگی مملو از تصمیم‌گیری‌های مختلف است. در قلمروی مدیریت نیز تصمیم‌گیری، از ارکان مهم و اصلی است، به طوری که هربرت سایمون، تصمیم‌گیری را با مدیریت یکی می‌داند. علاوه بر سایمون، گروه دیگری از صاحب‌نظران نیز مدیریت و تصمیم‌گیری را یکی دانسته و هم‌معنی تعریف کرده‌اند. اینان مدیریت را چیزی جز تصمیم‌گیری ندانسته‌اند و معتقدند کانون اصلی مدیریت را تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهد. در واقع آن‌ها انجام وظایفی چون برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی و کنترل را چیزی جز تصمیم‌گیری نمی‌دانند. نیومن نیز کیفیت مدیریت را تابع کیفیت تصمیم‌گیری می‌داند. بنابراین از دیدگاه این صاحب‌نظران، اساس مدیریت سازمان‌ها، تصمیم‌گیری است. تصمیم‌گیری را در واقع می‌توان طریقه‌ی عمل و یا حرکت در مسیر خاصی تعریف کرد که با تأمل و به‌صورت آگاهانه، از بین روش‌های مختلف برای نیل به یک هدف مطلوب، انتخاب‌شده است. بنابراین تصمیم‌گیری، مستلزم انتخاب راهی از میان راه‌هاست. یعنی اگر تنها یک راهکار وجود داشته باشد، دیگر تصمیم‌گیری معنا ندارد. هرچند تجزیه و تحلیل که منجر به انتخاب راهی از میان راه‌ها می‌شود، امری عقلایی است، ولی عوامل ناخودآگاه و هم‌چنین جنبه‌های احساسی و عاطفی نیز در تصمیم‌گیری، نقش مهمی ایفا می‌کنند. به‌طور کلی، تصمیم‌گیری عبارت است از انتخاب یک یا چند راه‌حل از راه‌حل‌های مختلف ممکن.

تصمیم‌گیری از وظایف اصلی مدیران به شمار می‌آید و تحقق اهداف به کیفیت آن بستگی دارد. برای تصمیم‌گیری قبل از هر چیز، به اطلاعات نیاز است. البته در تصمیم‌گیری، نه تنها کیفیت اطلاعات، بلکه مقدار اطلاعاتی که گردآوری و تحلیل می‌شود، نیز اهمیت دارد. اطلاعات بیش‌از اندازه، استفاده ناکارآمد از

منابع محسوب می‌شود. اطلاعات کمتر از حد موردنیاز نیز احتمال تصمیم‌گیری‌های ضعیف را افزایش می‌دهد.

در شرایط ایده‌آل، باید تا آن حد به گردآوری اطلاعات پرداخت که ارزش پیش‌بینی‌شده‌ی آن اطلاعات، از هزینه‌ی گردآوری مربوطه، بیشتر باشد. در غیر این صورت، اطلاعات اضافی و غیرضروری، جمع‌آوری می‌شوند. البته در برخی موارد مدیریت ناگزیر به تصمیم‌گیری با اطلاعات کمتر است زیرا زمان کافی برای گردآوری اطلاعات بیشتر را ندارد. در برخی موارد نیز باوجود توجه‌پذیر بودن اطلاعات از لحاظ محدودیت‌های هزینه و زمان، صرفاً به دلیل فقدان اطلاعات مناسب نمی‌توان اقدامی به عمل آورد.

زمانی که در تصمیم‌گیری‌ها بیش از یک معیار مدنظر تصمیم‌گیرنده باشد بحث تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره (MCDM) مطرح می‌گردد که عمدتاً بخش بزرگی از تصمیم‌گیری‌های روزمره در سازمان‌ها و جوامع بشری را به خود اختصاص می‌دهد. تصمیم‌گیری چندمعیاره به دو بخش تصمیم‌گیری‌های چندهدفه و تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه تقسیم می‌گردد.

۲-۱۲-۱-۲ تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM)

در MODM که برای طراحی بهترین جواب بکار می‌رود مدل زیر مرود بررسی قرار می‌گیرد:

$$\begin{aligned} & \text{Max (Min) } f_l(\underline{x}) \\ & \quad \vdots \\ & \quad \vdots \\ & \text{Max (Min) } f_k(\underline{x}) \\ & \text{St : } \underline{x} \in X \end{aligned}$$

که $f_l(\underline{x})$ ، $l=1, \dots, k$ توابع هدف و \underline{x} بردار متغیرهای تصمیم و X فضای جواب می‌باشد. واضح است

که این مدل می‌تواند یک برنامه‌ریزی چندهدفه خطی (MOLP) و یا یک برنامه‌ریزی چندهدفه غیرخطی

(MONLP) باشد. هدف از حل مدل فوق رسیدن به بهترین جواب می‌باشد که بتواند حتی‌المقدور کلیه‌ی

توابع هدف را بهبود دهد.

۲-۲-۱۲-۲ تصمیم‌گیری چند شاخصه (MCDM)

در MCDM که برای انتخاب گزینه برتر بکار می‌رود و در این کتاب به بررسی هشت تکنیک آن پرداخته می‌شود در واقع DM می‌خواهد از بین چند گزینه A_i ($i = 1, \dots, m$) که مستقل فرض می‌شوند و با توجه به شاخص‌های C_j ($j = 1, \dots, n$) گزینه برتر را انتخاب نماید. در اینجا لازم است تعاریف ذیل از ادبیات MCDM در نظر گرفته شود (علی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵):

- **گزینه:** در MCDM با تعدادی از گزینه‌های از پیش تعیین‌شده و محدود و مستقل سروکار داریم که هر یک از آن‌ها سطحی از شاخص‌های موردنظر تصمیم‌گیرنده را ارضا می‌کنند.
- **معیار:** معیار پایه و اساس ارزیابی بوده و به معنای اندازه‌گیری میزان مؤثر بودن است و خود به دو بخش هدف و شاخص تقسیم می‌شود.
- **هدف:** آن چیزی است که تا رسیدن نهایی به آن تعقیب می‌شود.
- **شاخص:** عبارت است از خاصیتی که باید در یک گزینه باشد. هر گزینه بسته به نظر تصمیم‌گیرنده می‌تواند با تعدادی از شاخص‌ها مرتبط باشد.
- **ماتریس تصمیم‌گیری:** ماتریسی است با مرتبه $m \times n$ که به شکل کلی زیر نشان داده می‌شود که در آن A_i ($i = 1, \dots, m$) گزینه‌ها و C_j ($j = 1, \dots, n$) شاخص‌ها و r_{ij} ($i = 1, \dots, m$) ($j = 1, \dots, n$) ارزش گزینه‌ها به ازای هر شاخص را نشان می‌دهد.
- **شاخص‌های مثبت:** شاخص‌هایی از C_j ($j = 1, \dots, n$) که دارای مطلوبیت مثبت از نظر تصمیم‌گیرنده می‌باشد، بدین معنی که مقدار بیشتر آن‌ها برای وی مطلوب‌تر است که معمولاً از جنس سود، درآمد، بهره‌وری و ... می‌باشند.

$$D_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & r_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n}$$

- **شاخص‌های منفی:** شاخص‌هایی از C_j ($j=1, \dots, n$) که دارای مطلوبیت منفی از نظر تصمیم‌گیرنده می‌باشد، بدین معنی که مقدار کمتر آن‌ها برای وی مطلوب‌تر است که معمولاً از جنس ضرر، هزینه و ... می‌باشند.
- **شاخص‌های غیر جبرانی:** شاخص‌هایی هستند که عدم مزیت یک مقدار نامطلوب در یک مشخصه نمی‌تواند توسط مزیت یک مقدار مطلوب در یک مشخصه دیگر پوشانده شود.
- **شاخص‌های جبرانی:** این شاخص‌ها اجازه‌ی تعامل بین یکدیگر را دارند. به عبارت دیگر عدم مزیت یک مقدار نامطلوب در یکی می‌تواند توسط مزیت یک مقدار مطلوب در یک مشخصه دیگر پوشانده شود.
- **شاخص‌های مستقل:** شاخص‌هایی که هیچ‌گونه وابستگی به بقیه شاخص‌ها ندارند.
- **شاخص‌های وابسته:** شاخص‌هایی که حداقل به یکی از شاخص‌های دیگر وابسته است.
- **شاخص‌های کمی:** شاخص‌هایی که دارای واحد بوده و می‌توانند به صورت عددی بیان شوند و قابل اندازه‌گیری باشند.
- **شاخص‌های کیفی:** شاخص‌هایی که معمولاً دارای واحد نبوده و نمی‌توانند به صورت عددی بیان شوند و قابل اندازه‌گیری نمی‌باشند.

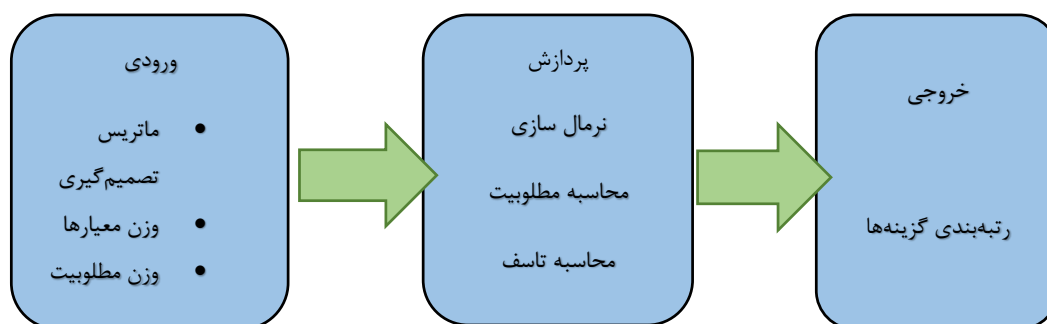
۲-۲-۱۳ روش ویکور

روش ویکور برای حل یک مسئله تصمیم‌گیری گسسته با معیارهای نامتناسب (واحدهای اندازه‌گیری مختلف) و متعارض می‌باشد.

هدف روش ویکور تمرکز بر رتبه‌بندی و انتخاب از بین یک مجموعه از آلترناتیوها در مسئله می‌باشد. این روش دارای ویژگی‌هایی زیر است:

- برترین گزینه‌ی تعیین شده به راه‌حل ایده‌آل نزدیک و از ضد ایده‌آل دور است.
- برترین گزینه دارای حداکثر مطلوبیت گروهی و حداقل تأسف برای تصمیم‌گیرندگان است.
- در نظر گرفتن دو وزن در تصمیم‌گیری، یکی وزن معیارها و دیگری حداکثر مطلوبیت گروهی

الگوریتم کلی روش ویکور نیز در شکل ۲-۳ آورده شده است:



شکل ۲-۳ الگوریتم کلی روش ویکور

۲-۳ پیشینه پژوهش

۲-۳-۱ پژوهش‌های مرتبط با تکنیک QFD

مدل QFD یک رویکرد در طراحی است که در سال ۱۹۹۶ توسط آکائی در ژاپن معرفی شد. این رویکرد نخست در کارخانه کشتی‌سازی کوبه میتسوبیشی در سال ۱۹۷۲ مورد استفاده قرار گرفت. سپس در سال

۱۹۸۳ وارد آمریکا شد و اکنون در کشورهای بسیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. صنایع خودروسازی اولین گروه از صنایعی بودند که در ایالات متحده به استفاده از QFD روی آوردند اما به‌زودی سایر صنایع و به‌ویژه صنایع خدماتی نیز به آن روی آوردند. در واقع با بهره‌گیری از QFD هر دو گروه صنایع تولیدی و خدماتی توانستند از منافع آن استفاده نمایند. مدل QFD کاربردهای مختلفی دارد و در صنایع گوناگون به کار گرفته شده است که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: صنعت هتلداری (یای وو و همکاران، ۲۰۱۸)، صنعت نوشیدنی‌ها (بابار و همکاران، ۲۰۱۸)، صنعت حمل‌ونقل (سو و همکاران، ۲۰۱۵)، صنعت پوشاک (چودهوری و همکاران، ۲۰۱۵)، بانک (پاکیزه کار و همکاران، ۲۰۱۶)، سیستم سفارش غذا (هوی وانگ و همکاران، ۲۰۱۷)، صنعت تجهیزات ورق فلز (سنتوس و همکاران، ۲۰۱۷)، طراحی زنجیره‌ی عرضه‌ی دریایی (سو و همکاران، ۲۰۱۶)، صنعت خودرو (روریجیوس و همکاران، ۲۰۱۶)، صنعت بیمه (شکرچی زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

QFD به‌منظور طراحی‌های دقیق‌تر با تأکید بر کیفیت و نیازهای مشتری و با توجه به بودجه‌ی پروژه‌ها در مراحل اولیه‌ی پروژه‌ها ایجاد می‌شود. در پژوهشی که در سال ۱۹۹۳ توسط مولیگان و همکارانش انجام شد، ادبیات ساخت‌وساز با روش QFD معرفی شده و قابلیت استفاده از آن در طراحی یک پروژه‌ی نوسازی فرضی نیز نشان داده شد (مولیگان و همکاران، ۱۹۹۳). همچنین از این روش برای نهایی کردن طراحی ساختاری یک ساختمان صنعتی و برای تعیین خصوصیات طراحی داخلی یک مجتمع ساختمانی استفاده شده است (هویلا و همکاران، ۱۹۹۷، واگنر و همکاران، ۱۹۹۷). در پژوهشی مشابه در مدل توسعه‌ی پردازش الزامات مشتری از QFD برای تعیین الزامات واقعی مشتری یک پروژه‌ی ساختمانی در مرکز نوآوری دانشگاه تساید استفاده شده است (کامارا و همکاران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۰، ۲۰۰۱). در سال ۲۰۰۱ نیز این تکنیک برای حمایت از طراحی ساختمان‌های سازگار با محیط‌زیست توسط هویلا و همکاران به‌کاربرده شد (هویلا و همکاران، ۲۰۰۱). در حالی که هیکل و همکاران از آن در توسعه‌ی طراحی مفهومی یک کلاس درس در یک کالج بزرگ

و مدرن استفاده کرده‌اند (هیکل و همکاران، ۲۰۰۳). در سال ۲۰۰۵ در پژوهشی از QFD به‌عنوان یک ابزار موفق استراتژیک در تصمیمات بازاریابی ساختمان استفاده شده است (آیرم دیکمن و همکاران، ۲۰۰۵). در سال ۲۰۰۹ نیز در پژوهشی دیگر با استفاده از یک روش ترکیبی فازی QFD، انتخاب پیمانکاران بازسازی مسکن انجام شده است که این تحقیق موجب گسترش QFD به ارائه رویکرد نوآورانه برای حل مشکلات انتخاب پیمانکار بازسازی مسکن شده است (جوآن و همکاران، ۲۰۰۹). در سال ۲۰۱۷ نیز ماریاپان و همکاران طی پژوهشی به بررسی کاربرد QFD به‌عنوان یک ابزار هوشمند بازاریابی، در مرحله طراحی و پس از مرحله طراحی در پروژه‌های مسکونی پرداخته‌اند (ماریاپان و همکاران، ۲۰۱۷).

۲-۳-۲ مرور ادبیات کاربرد QFD در صنعت ساخت‌وساز

اگرچه توجه به کاربرد QFD در ساخت‌وساز به‌صورت آهسته رشد می‌کند، تعداد اندکی از نمونه‌های اعمال QFD در ادبیات مدیریت ساخت‌وساز وجود دارد. کاربردهای QFD در ساخت‌وساز می‌تواند در سه گروه عمده دسته‌بندی شوند:

✓ اعمال QFD قبل از مرحله‌ی طراحی

✓ اعمال QFD در طی مرحله‌ی طراحی

✓ اعمال QFD بعد از مرحله‌ی طراحی

۲-۳-۲-۱ QFD قبل از مرحله‌ی طراحی

در ادبیات ساخت‌وساز موارد اندکی از کاربرد QFD وجود دارد و این به دلیل ناآگاهی افرادی است که در این بخش فعالیت می‌کنند. همان‌طور که در مطالعه‌ی فنگ و ییپ^{۱۴} (۲۰۰۱) نشان داده شده است از میان ۱۵ جوابگویی که از بخش ساخت‌وساز انتخاب شده است، ۱۴ نفر نسبت به QFD آگاهی نداشتند.

یکی از کاربردهای QFD در این زمینه، ارزیابی عملکرد خدمات شرکتی پیمانکاران طراحی / ساخت (D/B) بوده است که در این زمینه آردیتی و لی (۲۰۱۰)^{۱۵} مطالعاتی را انجام دادند.

مالکان قبل از مرحله‌ی برنامه‌ریزی پروژه ممکن است تمایل به انتخاب شرکت طراحی / ساخت داشته باشند، به همین منظور باید به خوبی نسبت به عملکرد کیفیت شرکت‌های بالقوه آگاهی پیدا کنند. در مطالعه‌ای که توسط آردیتی و لی صورت گرفته است، از QFD برای سنجش کیفیت خدمات شرکتی یک شرکت طراحی / ساخت استفاده شده است و این طور نتیجه‌گیری شد که، QFD می‌تواند به عنوان یک مکانیزم اولویت‌بندی برای انتخاب شرکت‌های طراحی / ساخت به کار رود.

یک کاربرد مشابه توسط احمد و همکاران^{۱۶} (۲۰۰۳) اثبات کرد که QFD می‌تواند به صورت موفقیت‌آمیز در برنامه‌ریزی پروژه‌های عظیم مهندسی عمران اعمال شود.

۲-۳-۲ اعمال QFD در طی مرحله‌ی طراحی

اکثر نمونه‌های موجود در ادبیات در این دسته قرار می‌گیرند، در اصل، QFD برای این مرحله پیشنهاد می‌شود. ابتدا مالون و مولیگان^{۱۷} (۱۹۹۳)، ادبیات ساخت‌وساز را همراه با متدولوژی QFD معرفی نمودند و کاربرد QFD را در طراحی یک پروژه بازسازی فرضی اثبات نمودند. سپس، هوویلا و همکاران^{۱۸} (۱۹۹۷)، از متدولوژی QFD برای نهایی ساختن طراحی ساختاری یک ساختمان صنعتی استفاده نمودند. تعیین مشخصات طراحی نمای داخلی یک مجموعه‌ی ساختمانی نیز در مطالعه‌ای که توسط سرپل و وگنر^{۱۹} (۱۹۹۷) صورت گرفت، بررسی شد.

۱۵ Arditi & Lee

۱۶ Ahmed et al.

۱۷ Mallon & Mulligan

۱۸ Huovila et al.

۱۹ Serpell & Wagner

گارجیون^{۲۰}(۱۹۹۹)، با استفاده از QFD، طراحی یک آپارتمان را بر اساس نیازهای مصرف‌کننده‌ی نهایی تغییر داد. در این مطالعه هدف از اعمال QFD، بهبود طراحی یک ساختمان آپارتمانی چند واحدی، در یک منطقه شهری در کشور برزیل، بوده است. پروژه شامل ۴۸ واحد آپارتمان مسکونی در ۱۳ طبقه و در زمینی به وسعت ۵۰۰۰ مترمربع است. در این مطالعه از دو روش برای گردآوری اطلاعات استفاده شد. روش اول مصاحبه با فروشندگان مسکن بود که این امر به دلیل ارتباط نزدیک فروشندگان با مصرف‌کنندگان صورت گرفت. روش دوم مصاحبه با گروه‌های اندازه متوسط و کوچک بود، که پرسش‌کنندگان علائق، نظرات و تمایلات خود را درباره‌ی پروژه‌های جاری بیان نمودند. پس از دسته‌بندی پاسخ‌ها ماتریس HOQ تشکیل شد و اعضای تیم طراحی با استفاده از طوفان فکری مشخصات طراحی آپارتمان را مشخص نمودند و در ادامه نیز همبستگی بین مشخصات طراحی ارزیابی شد که در شناسایی روابط متقابل بین مشخصات طراحی کمک شایانی نمود. بعد از آنکه تیم طراحی راه‌حل‌های فنی را تعیین نمودند و درجه اهمیت و اوزان مربوط به این راه‌حل‌ها شناسایی شد، گام بعدی تعیین مقادیر هدف برای راه‌حل‌های مورد توافق بود. بعد از دستیابی به نتایج نهایی درجه‌ی اهمیت و اوزان مربوط به مشخصات طراحی، این امکان برای تیم طراحی به وجود آمد که راه‌حل‌های جانمایی جدید اولویت‌بندی شده و در نهایت تغییرات لازم برای افزایش و یا کاهش برخی فضاها و یا حذف برخی از طراحی‌های قدیم اعمال شد.

از دیگر مطالعاتی که از QFD برای پردازش نیازهای مشتریان استفاده نمودند، می‌توان به مطالعات کامارا و آنومبا^{۲۱}(۲۰۰۰)، اشاره نمود. آن‌ها از QFD برای تعیین نیازهای واقعی یک پروژه‌ی ساختمانی استفاده نمودند. این پروژه‌ی ساختمانی در واقع نوسازی ساختمان دانشگاه Tesside را شامل می‌شد.

۲۰ Gargione

۲۱ Kamara & Anumba

۳-۲-۳-۲ QFD بعد از مرحله‌ی طراحی

در ادبیات مدیریت ساخت و ساز، فواید استفاده از QFD بعد از مرحله‌ی طراحی به صورت گسترده‌ای شناسایی نشده است. اگرچه، بهتر است QFD در زودترین زمان ممکن در یک پروژه‌ی ساختمانی به کار رود، اما حتی اگر از QFD بعد از اتمام ساخت استفاده شود، فواید بسیاری نصیب پروژه خواهد شد.

استفاده از QFD، به عنوان ابزار تصمیم‌گیری در طول بازاریابی، یکی از موارد استفاده‌ی QFD بعد از مرحله‌ی طراحی می‌باشد. بدین ترتیب پس از تکمیل HOQ و تحلیل آن و در نهایت اولویت‌بندی مشخصات طراحی، مشخصاتی در بازاریابی ساختمان مورد تأکید قرار می‌گیرند که اولویت بالاتری را نسبت به سایر مشخصات طراحی کسب کرده باشند. QFD می‌تواند به عنوان ابزاری برای مقایسه رقبا با یکدیگر و نیز کسب شناخت از نیازهای مشتریان در پروژه‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد. به خصوص در پروژه‌های ساختمان‌های مسکونی که پروژه‌ها معمولاً تکراری می‌باشند، شناخت به دست آمده از پروژه‌های جاری می‌تواند در افزایش سطح رضایت مشتریان مثرتر واقع شود.

۳-۳-۲ پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی پیمانکاران ساختمانی

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 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، ۱۳۷۶).

تحقیقات در زمینه‌ی ارزیابی و انتخاب پیمانکار از سال ۱۹۸۰ شروع شده و تا کنون ادامه دارد. در انگلیس گری‌هالت و همکارانش به بررسی این مقوله پرداختند و مدل‌های متنوعی را ارائه دادند که همگی آن‌ها چندمعیاره بودند. همچنین آن‌ها به جمع‌بندی مطالعات انجام شده در زمینه‌ی انتخاب پیمانکاران پرداخته

و روش‌های مورد استفاده در آن مانند؛ رویکرد سفارشی (BA)، تحلیل چندمعیاره (MAA)، تئوری مطلوبیت چندمعیاره (MAUT)، رگرسیون چندگانه (MR)، تحلیل خوشه‌ای (CA)، تئوری مجموعه‌های فازی (FST)، تحلیل تفکیک‌کننده چندمتغیره (MDA) را تحلیل و بررسی کرده‌اند (هالت ۱۹۹۳-۱۹۹۸). راسل و همکارانش نیز از سال ۱۹۸۷ تلاش‌های گسترده‌ای را بر روی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران در آمریکا انجام دادند. و می‌توان گفت وی شاخص‌ترین فردی است که در این زمینه فعالیت داشته است. راسل تز دکترای خود را نیز به‌طور خاص به این موضوع اختصاص داد و چندین رویکرد ساختاری و نرم‌افزاری را برای این موضوع پیشنهاد داد (راسل، ۱۹۸۸). همچنین وی با همکارانش در سال ۱۹۹۰ یک برنامه‌ی کامپیوتری تهیه کردند که وزن دهی و رتبه‌بندی پیمانکاران را توسط کاربر انجام می‌دهد (راسل و همکاران، ۱۹۹۰). دیکمن تئوری کاربردپذیری چندخاصیتی را برای یک مورد مطالعاتی در ارزیابی و انتخاب پیمانکار برای قراردادهای cost plus تدوین نموده است (دیکمن، ۱۹۸۶). در کشورهای آسیایی نیز چندین مدل برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ارائه شد که در این زمینه هنگ‌کنگ سابقه‌ی خوبی دارد (اسکیتور و همکاران، ۱۹۹۳). سینگ و همکاران، (۲۰۰۳). همچنین کرامر و همکاران در سال ۲۰۰۲ تحقیقی با عنوان تشخیص صلاحیت پیشنهاددهنده برای پروژه‌های عمرانی، در سال ۲۰۰۵ یک چارچوب فازی برای انتخاب پیمانکاران و در سال ۲۰۰۷ یک روش فازی برای پیش صلاحیت پیمانکاران ارائه داده‌اند.

یاسمیس و همکاران در سال ۲۰۰۲ در پژوهشی تلاش کرده‌اند تا روشی را فراهم کنند که کیفیت فرآیند ساخت‌وساز و سطوح رضایت مشتری را به‌وسیله‌ی ارزیابی عملکرد کیفیت پیمانکار بهبود بخشد (یاسمیس و همکاران، ۲۰۰۲). لی و همکاران نیز یک ابزار خودکار به نام سیستم گسترش تابع کیفیت تصادفی (SQFD)، معرفی کرده‌اند که عملکرد کیفیت یک پیمانکار طراحی/ساخت را اندازه‌گیری می‌کند. سیستم گسترش کارکرد کیفیت تصادفی، فنون تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی تصادفی را با گسترش عملکرد کیفیت سنتی ادغام می‌کند تا هم به‌طور مؤثر با عدم قطعیت‌های موجود در داده‌های ورودی مقابله کند و هم

اندازه‌گیری عملکرد کیفیت را در تصمیم‌گیری چند شاخصه و چند شرکت‌کننده پشتیبانی کند و نیز تغییرپذیری در خروجی را هم پیش‌بینی کند (لی و همکاران، ۲۰۰۹). فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه در ارزیابی و اولویت پیمانکاران کاربرد بسیاری دارد (چای، لیوو ناگی، ۲۰۱۳). هو، ژو و دی (۲۰۱۰) عنوان می‌کنند که فرایند تحلیل سلسله مراتبی پرکاربردترین ابزار در این حوزه است. نهانوندی و نوروزی (۱۳۹۰) از تحلیل سلسله مراتبی گروهی و انتگرال فازی، لواری (۲۰۰۸) و لین (۲۰۱۰) همزمان از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل شبکه استفاده کرد. روش‌های دیگر فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند الکره، پرومته و تاپسیس در ارزیابی و انتخاب پیمانکاران بسیار استفاده شده است (سوکلی، ۲۰۱۰؛ چن، وانگ و لو، ۲۰۱۱؛ فرضی پور صائن، ۲۰۱۰) امیری و جهانی (۱۳۹۰) از ترکیب تحلیل پوششی داده‌های فاصله‌ای و تحلیل سلسله‌مراتبی، لین، چنگ و تین (۲۰۱۱) از برنامه‌ریزی خطی و یو، گو و لین (۲۰۱۲) از برنامه‌ریزی چندهدفه و لی و زابینسکی (۲۰۱۱) از برنامه‌ریزی تصادفی در این حوزه استفاده کردند. برخی محققان نیز از روش‌های هوش مصنوعی مانند الگوریتم ژنتیک (گونری، ارتای و یوسل، ۲۰۱۱)، تئوری سیستم خاکستری (تزنک، ۲۰۱۱)، شبکه‌ی عصبی (لی و اوپانگ، ۲۰۰۹)، شبکه‌های بیزین (فریرا و بورنشتین، ۲۰۱۲) درخت تصمیم (گو، یوان و تیان، ۲۰۰۹) الگوریتم مورچگان (تسای، یانگ و لین، ۲۰۱۰) استفاده کردند.

در جدول ۲-۶ خلاصه‌ای از شیوه‌های مدل‌سازی و معیارهای موردبررسی در حل مسائل رتبه‌بندی پیمانکاران در تحقیقات مختلف آورده شده است.

جدول ۲-۶ شیوه‌های مدل‌سازی و معیارهای مورد بررسی در حل مسائل رتبه‌بندی پیمانکاران در

تحقیقات مختلف

نویسنده	کشور	مشخصه‌های مورد بررسی	شیوه مدل‌سازی
کوماراسوامی ^{۲۲} (۱۹۹۶)	چین (هنگ کنگ)	وضعیت مالی تکنولوژی مورد استفاده تجربه در پروژه‌های مشابه	رتبه‌بندی بر مبنای عملکرد
دنگ ^{۲۳} (۱۹۹۹)	استرالیا	پیشنهادی قیمت قابلیت‌های تکنولوژیک	تجزیه و تحلیل چندمعیاره فازی
هاوبر و میسباور ^{۲۴} (۲۰۰۰)	استرالیا	قیمت پیشنهادی	برنامه‌ریزی عدد صحیح
ونگ، لای و لیو ^{۲۵} (۲۰۰۴)	چین	پیمانکار سازمانی ساختار شهرت حسن قیمت پیشنهادی	تجزیه و تحلیل چندمعیاره
لمبوروپولوس ^{۲۶} (۲۰۰۷)	یونان	پیشنهادی قیمت گذشته کاری کیفیت برآورد زمان اجرا	تجزیه و تحلیل چندمعیاره
موهاپاترا و پادهی ^{۲۷} (۲۰۰۹)	هند	پیشنهادی قیمت مالی وضعیت دسترس در منابع قبلی مشابه کار حجم سطح همکاری و هماهنگی	تجزیه و تحلیل چندمعیاره فازی
بیروک، جاسکوسکی و بوکن ^{۲۸} (۲۰۱۰)	لهستان	اجرا زمان کاری کیفیت هزینه برآورد شده	تجزیه و تحلیل چندمعیاره فازی

۲۲ Kumaraswamy

۲۳ Deng

۲۴ Hauber & Missbauer

۲۵ Wang, Lai, Liu

۲۶ Lamboropolous

۲۷ Mohapatra, Padhi

۲۸ Biruk, Jaskowski, Bucon

همچنین فیکن کوگ و همکارانش در سال ۲۰۱۴ با ارائه‌ی یک پژوهش به دسته‌بندی روش‌های رایج مورد استفاده در پژوهش‌های مربوط به انتخاب پیمانکار پرداخته‌اند که در آن روش‌های آماری با ۱۵,۴ درصد رایج‌ترین روش مورد استفاده می‌باشد. در جدول ۲-۷ این دسته‌بندی نشان داده شده است.

جدول ۲-۷ روش‌های رایج مورد استفاده در انتخاب پیمانکاران (فیکن کوگ و همکاران، ۲۰۱۴)

روش مورد استفاده	نام روش به اختصار	تعداد تحقیق	درصد
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی	AHP	۱۵	۶,۴
شبکه‌های عصبی مصنوعی	ANN	۹	۳,۸
سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری	DSS	۱۱	۴,۷
تئوری مجموعه‌های فازی	FST	۱۹	۸,۱
تحلیل چندمعیاره	MAA	۹	۳,۸
روش‌های آماری	SM	۳۶	۱۵,۴
سایر روش‌ها	سایر	۱۱۲	۴۸,۰
غیرقابل اجرا	N/A	۱۴	۶,۰
مجموع	۶۰ (۵۹)	۲۳۴ (۲۲۰)	۱۰۰,۰

۲-۳-۴ پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی پیمانکاران ساختمانی با لحاظ جنبه‌های زیست‌محیطی

ژو^{۲۹} و همکاران در سال ۲۰۱۳ یک مدل استراتژی مبتنی بر مدل تقریبی بین سازنده‌ی ساختمان سبز و پیمانکار تحت محیط فازی ارائه کرده‌اند که در آن از توسعه‌ی پایدار حمایت شده است.

در سال ۱۳۹۵ نیز عباسی و همکاران با استفاده از رویکرد نوین مدل کانو به شناسایی و دسته‌بندی معیارهای انتخاب پیمانکاران ساختمانی در شرکت‌های پیمانکاری فعال در حوزه‌ی ابنیه و ساختمان در شهر تهران پرداخته‌اند، که در آن به معیارهای زیست‌محیطی هم توجه شده است.

^{۲۹} Xu et al.

ده بزرگی و همکاران در سال ۱۳۹۵، به ارائه‌ی استانداردها، گواهینامه‌ها و سیستم‌های ارزیابی در ساختمان‌های سبز پرداختند که در آن با استفاده از روش گردآوری و با مطالعات کتابخانه‌ای و مراجعه به سامانه هر استاندارد، با این سیستم‌ها آشنا شده و با معرفی معیارهایی که در جهت رتبه‌بندی ساختمان‌ها در نظر گرفته‌اند، می‌توان دیدگاه روشنی برای مهندسان، مالکان و پیمانکاران به وجود آورد تا قبل از شروع برنامه‌ریزی برای مراحل طراحی و ساخت، توجه به آن‌ها را در دستور کار خود قرار دهند.

۲-۳-۵ پژوهش‌های مرتبط با روش ویکور

یو^{۳۰} در سال ۱۹۷۳ راه‌حل توافقی بر اساس نزدیکی به نقطه ایده‌آل را پیشنهاد کرد (یو، ۱۹۷۳). زلنی^{۳۱} در سال ۱۹۸۲ استفاده از یک تابع توافقی برای تعیین نزدیک یا دور بودن گزینه‌ها نسبت به نقطه ایده‌آل را پیشنهاد کرد (زلنی، ۱۹۸۲). روش ویکور یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که مبنای آن براساس نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل است. اپریکوویک و تزنگ در سال ۱۹۸۸ روش ویکور را ارائه و سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۷ این روش را توسعه دادند. این روش که مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره است. مسائلی با معیارهای نامتناسب و ناسازگار را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (اپرکوییک، تزنگ، ۲۰۰۴). در شرایطی که فرد تصمیم‌گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری‌های یک مسئله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تصمیم‌گیری مطرح شود (اپرکوییک، تزنگ، ۲۰۰۷). جدول ۲-۸ پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با ارزیابی و انتخاب پیمانکاران را نمایش می‌دهد.

۳۰ Yu

۳۱ Zeleny

جدول ۲-۸ پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با ارزیابی و انتخاب پیمانکاران

ردیف	نویسنده/ سال	عنوان	مطالعه موردی	مراحل کار (فرآیند ارزیابی)	روش تحقیق / تکنیک	معیارهای ارزیابی شده (ویژگی‌های پیمانکاران)										
						مالی	ارتباطات	توان مدیریت و فنی	تجربه	عملکرد گذشته	کیفیت	سلامت و ایمنی	حجم کار فنی	شهرت	زیست محیطی	
۱	محمد رضا افشار و همکاران ^{۳۱} ۲۰۱۷	یک مدل مجموعه فازی نوع دو برای قضاوت و پیش‌داوری پیمانکار	-----	۱-انتخاب معیار ۲-تعیین وزن معیارها ۳-تعیین نوع داده موردنیاز ۴-نتیجه‌گیری براساس شواهد ۵-رسیدن به نتیجه براساس مناسب بودن	پرستنامه / مجموعه فازی نوع دو	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	برخلاف مجموعه‌های فازی نوع یک که قادر به انعکاس اختلاف‌نظرها میان کارشناسان درگیر در تصمیم‌گیری نیست، این روش پاسخگوی اشتباهات زبان‌شناختی و تفاوت نظرات است.
۲	کوک و همکاران ^{۳۳} ۲۰۱۴	طبقه‌بندی متقابل و تحلیل انتخاب و صلاحیت پیمانکار	-----	-----	-----	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	مرور کلی روش‌های ارزیابی پیمانکار و طبقه‌بندی آن‌ها
۳	نبی ابادو ^{۳۴} ۲۰۱۵	انتخاب پیمانکار برای پروژه‌های ساخت‌وساز با استفاده از رابطه ترجیح فازی	-----	-----	نظرات متخصصان / تئوری نظم و تئوری مجموعه‌های فازی (رابطه ترجیحی فازی) و تئوری سفارشی	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	رابطه ترجیح فازی پیمانکاران رادریک ساختار سلسله‌مراتبی از بدترین به بهترین قراری دهد.
۴	زو و همکاران ^{۳۵} ۲۰۱۳	مدل استراتژی مبتنی بر مدل تقریبی بین سازنده ساختمان سبز و پیمانکار تحت محیط فازی	Yuexiu شرکت املاک و مستغلات در چین	۱-حل مسئله بهینه‌سازی ۲-استخراج تابع عضویت برای تعیین هدف فازی ۳-تعیین پارامترهای توسعه‌دهنده ۴-حل مسئله برنامه‌ریزی تک سطحی برای توسعه‌دهنده	نظرات متخصصان/ تکنیک برنامه‌ریزی فازی تعاملی و الگوریتم ژنتیک هیبریدی	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	مدل‌ها و روش‌های ارائه شده در این مقاله، منافع مشترک توسعه‌دهنده و پیمانکار را در محیط فازی را تضمین کرده و توسعه پایدار حمایت می‌شود.

^{۳۲} M.Afshar et al

^{۳۳} F.Kog et al.

^{۳۴} N.Ibadov

^{۳۵} J.Xu et al.

														۵- در صورت رضایت توسعه دهنده از راه حل، پایان ۶- در غیر این صورت رفتن به مرحله چهارم						
														مصاحبه - طوفان ذهنی / QFD	ارتباط دادن نیازهای مشتری به ویژگی‌های ساختمان با استفاده از خانه کیفیت که شامل مراحل زیر است: ۱- نیازها و الزامات مشتری (صدای مشتری، VOC) ۲- اقدامات فنی ۳- ماتریس برنامه ریزی ۴- ماتریس رابطه ۵- ماتریس همبستگی ۶- وزن، معیارها و اهداف	یک شرکت ساختمان سازی در آنکارا	استفاده استراتژیک QFD در صنعت ساخت و ساز	۳۶ همکاران ۲۰۰۵	ایرم دیکمن و همکاران	۵
							*	*	*					MAA SPREADSHEET	۱- ماتریس تصمیم یک: امتیاز دادن به پیمانکاران برای هر یک از معیارها ۲- ماتریس تصمیم دو: کمی کردن امتیازات ۳- وزن دهی به امتیازات و رتبه بندی پیمانکاران ۴- انتخاب پیمانکار با بالاترین وزن	-----	بکار بردن تحلیل چندگزینه ای (MAA) برای تصمیمات انتخاب پیمانکار	۳۷ همکاران ۱۹۹۵	گری دی هالت و همکاران	۶
							*	*	*					برسشنامه / QFD فازی پراستی	خانه کیفیت که شامل: ۱- نیازها و الزامات مشتری (صدای مشتری، VOC) ۲- اقدامات فنی ۳- ماتریس برنامه ریزی ۴- ماتریس رابطه ۵- ماتریس همبستگی ۶- وزن، معیارها و اهداف	-----	انتخاب پیمانکاران بازسازی مسکن بر اساس یک روش ترکیبی فازی QFD	۲۸ همکاران ۲۰۰۹	یای. کای. جوآن و همکاران	۷
														با استفاده از تئوری مجموعه فازی، ساکنان می توانند یک پیمانکار رضایت بخش را حتی زمانی که نیازهای نامطلوب و ترجیحات مبهم دارند، انتخاب کنند. همچنین این تحقیق موجب گسترش QFD به ارائه						

^{۳۶} I.Dikmen et al.

^{۳۷} G.D.Holt et al

^{۳۸} Y.K.Juan et al

رویکرد نوآورانه برای حل مشکلات انتخاب پیمانکار بازسازی مسکن شده است.																												
تفاوت‌های درک‌شده بین پروژه‌های سبز و متعارف، انتخاب عرضه‌کنندگان را به‌طور چشمگیری تغییر نمی‌دهد.																							۸	شاهین مخلصیان	۲۰۱۴ چگونه پیمانکاران را برای پروژه‌های ساختمانی سبز انتخاب می‌کنند؟ مورد سه شرکت سوئدی	سه شرکت پیمانکار در سوئد	بررسی نحوه تصویب پروژه‌های سبز در شرکت‌های پیمانکاری و اینکه آیا نحوه ادراک پیمانکار از دانش سبز، بر انتخاب تأمین‌کننده اثر دارد؟	توصیفی-مصاحبه نیمه ساختاریافته / -----
نتیجدهی پرسشنامه‌ی دلفی برای کمک به ارزیابی و ساخت یک چارچوب برای فرآیند انتخاب پیمانکار جدید در صنعت ساخت‌وساز لیبی استفاده شده است.			*	*	*	*	*																۹	او. السایا و همکاران	۲۰۱۳ رتبه‌بندی معیارهای اصلی انتخاب پیمانکار در پروژه‌های ساختمانی در لیبی با استفاده از روش دلفی	شرکت ساختمانی سازی در لیبی	نظرسنجی از کارشناسان شاغل در صنعت ساخت‌وساز بررسی عواملی نظیر میزان مشارکت در نظرسنجی، معیارهای مدنظر کارشناسان و... در مقاله.	پرسشنامه (دلفی) / -----
پس از یک بررسی اجمالی بر روی مقالات علمی چاپ‌شده در این زمینه، این نتیجه حاصل شد که اکثر محققین عقیده دارند که در انتخاب پیمانکاران در مناقصه‌ها نباید فقط قیمت پیشنهادی را ملاک انتخاب قرارداد.																							۱۰	سید حسن کیا و همکاران	۱۳۹۲ انتخاب پیمانکاران همگام با محیط‌زیست در صنعت ساختمان، چالش‌ها و فرصت‌ها	-----	مطالعه‌ی مروری بر روی مقالات انجام‌شده در زمینه‌ی انتخاب پیمانکار در صنعت ساختمان	توصیفی / -----
* شناسایی معیارهای انتخاب پیمانکار و دسته‌بندی آن‌ها در سه طیف زیر: -الزامی -تک‌بعدی -جذاب				*	*	*	*	*															۱۱	امید عباسی و همکاران	۱۳۹۵ شناسایی معیارهای انتخاب پیمانکاران جزء در شرکت‌های پیمانکاری ساختمانی با رویکرد نوین استفاده از مدل کانو	شرکت‌های پیمانکاری فعال در حوزه ابنیه و ساختمان در شهر تهران که توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در رتبه 1 تشخیص صلاحیت شده‌اند.	۱. شناسایی معیارها با بررسی پژوهش‌های گذشته. ۲. توسعه پرسشنامه کانو. ۳. توزیع پرسشنامه کانو. ۴. تجزیه و تحلیل پرسشنامه کانو. ۵. ارائه پیشنهادات.	پرسشنامه / کانو

۱۲	م.ماریاپان و همکاران ۴۰	یک مطالعه درباره‌ی QFD در پروژه‌های ساخت‌وساز ۲۰۱۷	ساختمان مسکونی	بررسی کاربرد QFD در مرحله طراحی و پس از مرحله طراحی در پروژه‌های مسکونی	مصاحبه / QFD											برای طراحی بوده و همچنین خریداران به‌عنوان یک استراتژی بازاریابی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۱۳	گری دی هالت و همکاران ۴۱	بررسی و مرور روش‌های مختلف انتخاب پیمانکار ۱۹۹۸	-----	مطالعه مروری روش‌های ارزیابی و انتخاب پیمانکار	توصیفی	*	*									مطالعه مروری روش‌های ارزیابی و انتخاب پیمانکار از جمله: تجزیه خوشه‌ای، رگرسیون چندگانه، و بیان ضعف‌ها و کاربرهایشان
۱۴	همانتا دولونی و همکاران ۴۲	تجزیه و تحلیل معیارهای صلاحیت در انتخاب پیمانکار و تأثیرات آن‌ها بر موفقیت پروژه ۲۰۰۹	-----	با استفاده از پرسشنامه معیارهای صلاحیت تعیین شده و بررسی تأثیرات آن‌ها بر موفقیت پروژه به‌وسیله‌ی مدل رگرسیون خطی	پرسشنامه / رگرسیون چندگانه خطی											با استفاده از مدل رگرسیون چندگانه خطی معیارهای صلاحیت در انتخاب پیمانکار مشخص شده و تأثیرات آن‌ها بر موفقیت پروژه بررسی شد.
۱۵	پاتریک فانگ و همکاران ۴۳	انتخاب پیمانکار نهایی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ۲۰۰۰	سازمان‌های عمومی در هنگ‌کنگ	۱- انتخاب معیار ۲- تعیین وزن معیارها ۳- انجام مقایسات زوجی بین پیمانکاران و معیارها ۴- تعیین امتیاز هر پیمانکار در رابطه با معیارها ۵- رتبه‌بندی پیمانکاران و انتخاب بهترین گزینه	پرسشنامه / AHP	*	*	*	*	*	*					طی یک سناریوی فرضی، سه پیمانکار براساس معیارهای تعیین شده ارزیابی می‌شوند و سپس رتبه‌بندی می‌شوند.
۱۶	پیوتر جاسکوسکی و همکاران ۴۴	ارزیابی معیارهای انتخاب پیمانکار با استفاده از AHP ۲۰۱۰	ارائه یک مثال از شرکت‌های عمومی و خصوصی	۱- انتخاب معیار ۲- تعیین وزن معیارها ۳- انجام مقایسات زوجی بین پیمانکاران و معیارها	پرسشنامه / AHP فازی	*										ارزیابی و انتخاب پیمانکار با بالاترین رتبه.

^{۴۰} Dr.M.Mariyappan et al

^{۴۱} .G.D.holt et al

^{۴۲} .H.Doloi et al

^{۴۳} .P.Fong et al

^{۴۴} . P.Jaskowski et al

																		۴- تعیین امتیاز هر پیمانکار در رابطه با معیارها ۵- رتبه بندی پیمانکاران و انتخاب بهترین گزینه				
۱۷	حسن حسینی نسب و همکاران ۲۰۱۵	مدل تصمیم گیری چندمعیاره ای فازی برای قضاوت پیمانکار	-----	۱- تعیین معیارها با نظر کارشناسان ۲- اولویت بندی معیارها براساس AHP فازی ۳- استفاده از تاپسیس فازی برای رتبه بندی پیمانکاران	مطالعه میدانی / AHP / فازی تاپسیس فازی	*	*	*	*	*	*	*	*	*			روش ارزیابی یکپارچه، یک دیدگاه فازی برای تصمیم گیرنده جهت برخورد با ناهماهنگی فراهم می کند.					
۱۸	پژوهش حاضر	ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمان سازی با تأکید بر معیارهای زیست محیطی مبتنی بر رویکرد QFD	چهار شرکت پیمانکاری ساختمان- سازی در شهر تهران	۱- تهیه لیست الزامات و خواسته های مشتریان و تعیین وزن آنها بد نظر خبرگان ۲- تعیین معیارهای پیمانکاران با نظر خبرگان ۳- طراحی ماتریس روابط و مرتبط کردن انتظارات مشتریان با معیارهای پیمانکاران ۴- انتخاب پیمانکار برتر از لحاظ رعایت معیارهای زیست محیطی با استفاده از روش ویکور	QFD / آنالیز شانون / ویکور	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	کارا و مؤثر بودن استفاده از QFD برای مرتبط کردن خواسته های مشتری با معیارهای پیمانکاران برای انتخاب پیمانکار برتر که معیارهای زیست محیطی را رعایت می کند.					

مروری بر مطالعات پیشین و مقالات و پایان‌نامه‌های داخلی کاربردی مرتبط با بحث ارزیابی و انتخاب پیمانکار نشان می‌دهد که درزمینه‌ی انتخاب پیمانکاران ساختمانی براساس نیازهای زیست‌محیطی و با استفاده از رویکرد QFD (به عبارتی یعنی گسترش سیستماتیک روابط بین تقاضاهای مشتری و ویژگی‌های کیفیت محصول یا خدمت) و روش ویکور هیچ تحقیقی انجام نشده است. این اقدام دارای محدودیت‌هایی خواهد بود که به شرح زیر است: اول، محدودیت در زمان و منابع در دسترس و همچنین کمبود منابع مرتبط با تحقیق حاضر می‌باشد. چرا که این پژوهش دارای جامعه آماری جدید می‌باشد و رویکردی نوظهور را بررسی می‌کند و موضوعی با این مفهوم و چنین معیارهایی در ایران کار نشده است.

دوم، جمع‌آوری داده‌ها برای تحقیقات مشابه این تحقیق به‌ندرت براساس یک روش مثل مصاحبه‌ی آزاد و تکنیک گلوله برفی بوده است. و اغلب از تکنیک‌هایی مانند پرسشنامه استفاده شده است. از این رو، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده، در صورت وجود زمان کافی، از تکنیک‌های متنوع‌تری در جمع‌آوری داده‌ها استفاده شود که این کار باعث افزایش اعتبار خواهد شد.

سوم، همچنین در تحقیق حاضر میزان همبستگی مشخصه‌های مهندسی نیز در وزن نهایی مشخصه‌های مهندسی تأثیر داده شده (طبق روش زارعی و همکاران، ۲۰۱۱) که استفاده از این روش باعث تعیین دقیق‌تر وزن مشخصه‌ها می‌شود. و اینکه روش مذکور در مطالعات انتخاب پیمانکار ساختمانی، کار نشده است.

۴-۲ جمع‌بندی

در این فصل، ابتدا مبانی نظری پژوهش موردبررسی قرار گرفت و تعاریف مختلف QFD بیان شد و تاریخچه و اهداف QFD به‌صورت مختصر توضیح داده شد. سپس ضمن تبیین ارکان اصلی پروژه‌های عمرانی، نحوه‌ی تعیین صلاحیت مقدماتی و رتبه‌بندی پیمانکاران و معیارهای مؤثر بر صلاحیت پیمانکاران توضیح داده شد. پس‌از آن نیز معیارهای عمومی ارزیابی و انتخاب پیمانکاران (how ها) در جدول ۱-۲ تشریح شده و الزامات

و انتظارات عمومی مشتریان (what ها) در پژوهش حاضر بیان شد. همچنین پیشینه‌ی پژوهش‌های مرتبط با تکنیک QFD و نیز پژوهش‌های مرتبط با کاربردهای QFD در پروژه‌های ساختمان‌سازی در سه سطح قبل از طراحی، حین طراحی و بعد از طراحی ساختمان‌ها، و پیشینه‌ی پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی پیمانکاران ساختمانی و پس از آن پیشینه‌ی پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی پیمانکاران ساختمانی با لحاظ جنبه‌های زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گرفت تا دید بهتری در مورد کارهای انجام‌شده در این حوزه‌ها به مخاطبان پژوهش ارائه نماید. و در پایان به‌طور مختصر پژوهش‌های مرتبط با روش ویکور ارائه شد.

فصل سوم:

روش‌شناسی پژوهش

۳-۱ مقدمه

اصولاً تمامی علوم، در جهت رسیدن به شناخت و درک دنیای پیرامون خود تلاش می‌نمایند. به منظور آگاهی از مسائل و مشکلات دنیای اجتماعی، روش‌های علمی، تغییرات قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده‌اند. این روندها و حرکت‌ها سبب شده است که برای بررسی رشته‌های مختلف دانش بشری، از روش علمی استفاده شود. از خصوصیات یک پژوهش علمی که هدف آن دستیابی به حقیقت و ارائه‌ی روشی در جهت حل مسائل و مشکلات مختلف است، استفاده از یک روش پژوهش مناسب می‌باشد و انتخاب روشی مناسب برای پژوهش به هدف‌ها، ماهیت و موضوع پژوهش و امکانات اجرایی بستگی دارد و هدف از تحقیق، مواردی از قبیل روش انجام پژوهش، جامعه و نمونه آماری، روش نمونه‌گیری، ابزار سنجش و جمع‌آوری اطلاعات و درنهایت شیوه‌های تجزیه و تحلیل اطلاعات بررسی و تشریح می‌شود.

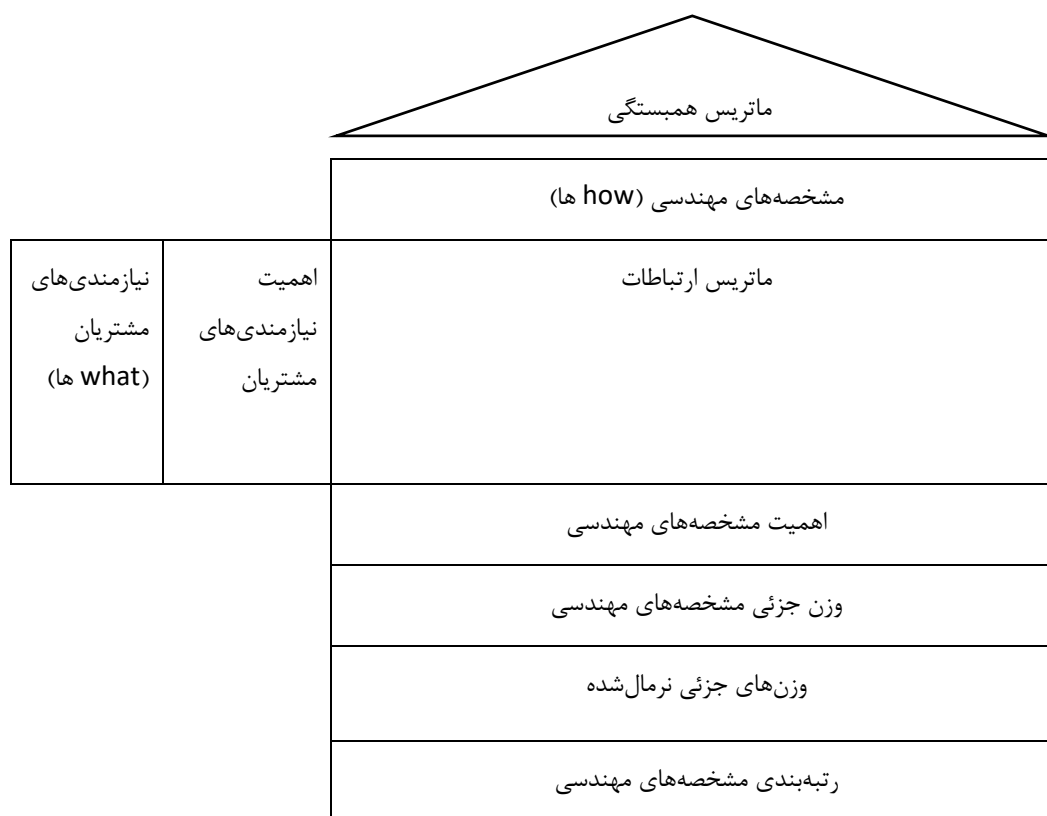
در این فصل، ضمن بیان روش انجام پژوهش حاضر، به تشریح مراحل انجام آن پرداخته می‌شود و ابزار گردآوری داده‌ها، جامعه آماری پژوهش و نمونه آماری انتخاب‌شده نیز تشریح می‌گردند. درنهایت نیز مفاهیم بکار گرفته‌شده در پژوهش و گام‌های رویکرد پیشنهادشده در جهت ارزیابی پیمانکاران ساختمان‌سازی توضیح داده می‌شوند.

۳-۲ روش تحقیق

مهم‌ترین ویژگی یک مطالعه و بررسی علمی، روش انجام پژوهش و به عبارت دیگر نحوه گردآوری و تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها می‌باشد. به‌طور کلی روش انجام پژوهش شامل مجموعه‌ای از شیوه‌ها و تدابیری است که برای شناخت حقیقت و دوری از لغزش به کاربرده می‌شود. پژوهش حاضر بر اساس هدف پژوهش، از نوع تحقیقات کاربردی است؛ و براساس نوع داده‌ها، از نوع تحقیقات غیرآزمایشی از نوع پیمایشی محسوب می‌شود.

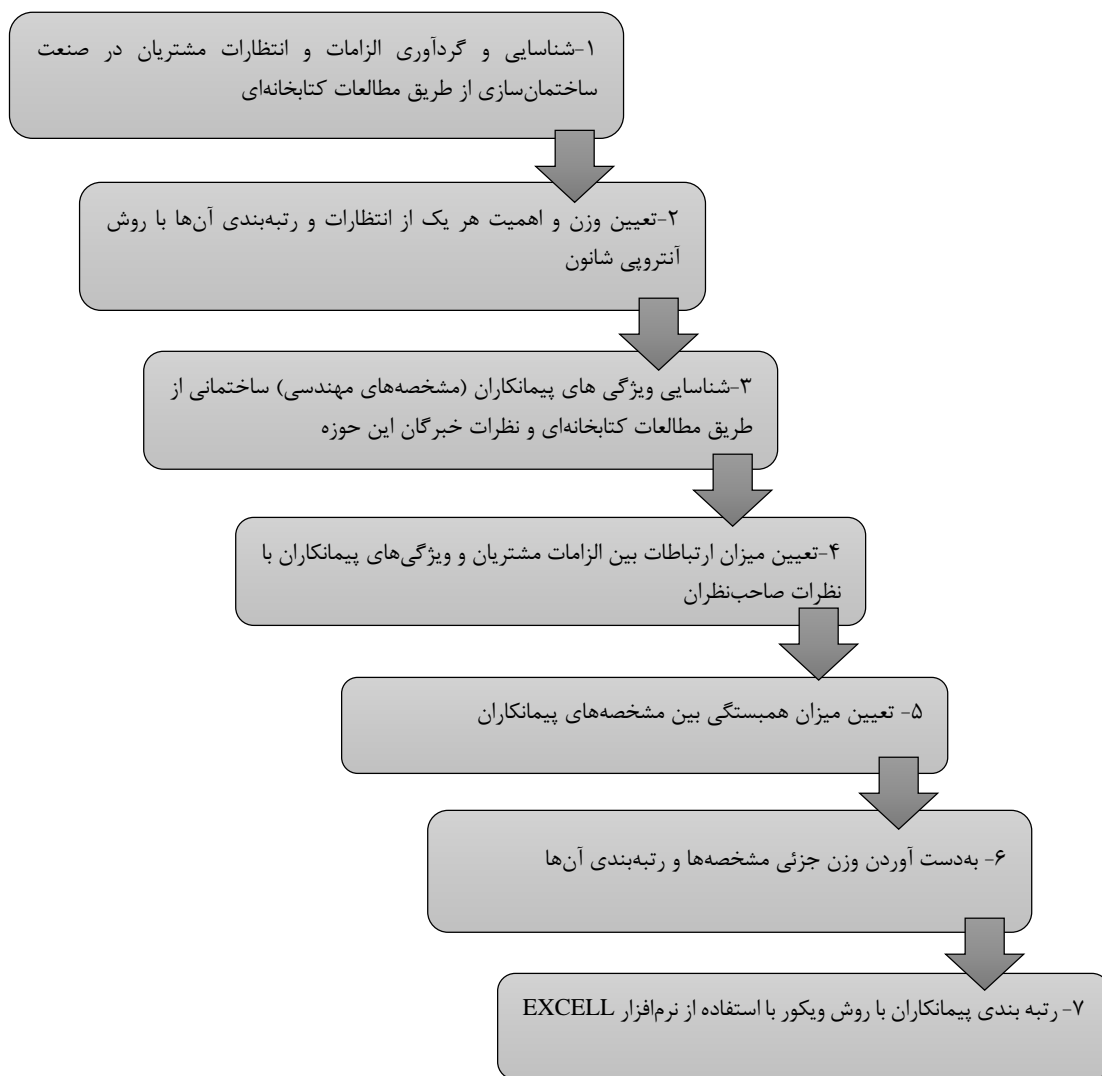
۳-۳ مراحل انجام پژوهش

الگوریتم پیشنهادی برای انجام تحقیق حاضر از دو قسمت مجزا از هم تشکیل شده است. قسمت اول شامل تکنیک QFD و تکمیل خانه‌ی کیفیت می‌باشد. که نمای کلی خانه‌ی کیفیت به کاررفته در الگوریتم پیشنهادی در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. قسمت دوم نیز شامل استفاده از تکنیک ویکور برای انتخاب بهترین پیمانکار می‌باشد.



شکل ۱-۳ نمای کلی خانه کیفیت بکار رفته در الگوی پیشنهادی (زارعی و همکاران، ۲۰۱۱)

همچنین فرآیند و گام‌های انجام تحقیق حاضر مطابق نمودار ۲-۳ بوده و تشریح هر مرحله در ادامه آمده است.



شکل نمودار ۲-۳-۲ مراحل انجام پژوهش

۳-۳-۱ مطالعه ادبیات تحقیق و تهیه لیست الزامات و نیازهای (زیست- محیطی و غیر زیست محیطی) مشتری و مشخصات مهندسی

پس از مطالعه جامع و گسترده‌ی مقالاتی که به شناسایی نیازها و انتظارات مشتریان از پیمانکاران در پروژه‌های ساخت و ساز می‌پرداختند، مهم‌ترین آن‌ها شناسایی و تحت پنج عنوان طبقه‌بندی شده و در سطرهای (what) خانه‌ی کیفیت قرار می‌گیرند که در جدول ۳-۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش منظور از مشتری، کارفرما و یا ارگان‌های نظارتی از قبیل سازمان محیط زیست و سایر سازمان‌های دولتی مرتبط می‌باشد که نیازها و انتظارات آن‌ها در پژوهش مدنظر قرار گرفته است.

جدول ۳-۱ نیازها و انتظارات مشتری

منبع	تعریف	معیار (نیاز و انتظار مشتری)
یای کای جونگ و همکاران، ۲۰۰۹	مجموع پرداخت‌های مالی به پیمانکار بابت ساخت ساختمان.	هزینه ساخت
یای کای جونگ و همکاران، ۲۰۰۹	- توانایی پیمانکار در برآوردن نیازهای مشتری در مورد ویژگی‌های ظاهری و عملکردی ساختمان و کسب رضایت وی با حداقل هزینه ممکن. - شایستگی برای اهداف توافق شده میان کارفرما و پیمانکار اصلی.	کیفیت ساخت
یای کای جونگ و همکاران، ۲۰۰۹	داشتن برنامه‌ریزی منظم برای مراحل مختلف ساخت جهت تحویل ساختمان در موعد مقرر.	برنامه کاری
السیا و همکاران، ۲۰۱۳. بعلاوه قوانین و آئین‌نامه‌ها	مجموعه قوانین و ضوابط زیست محیطی در صنعت ساختمان‌سازی از جمله الزامات HSE و ملاحظات زیست محیطی، انرژی و اقلیمی در طراحی و ساخت ساختمان‌ها.	الزامات زیست محیطی
آیرم دیکمن و همکاران (۲۰۰۵).	رعایت مواردی مثل ترویج کاربرد سیستم‌های ساختمانی کارآمد با مشخصات حرارتی و زیست محیطی بهبود یافته، اشاعه استفاده از سیستم‌های بازیافت انرژی، استفاده حداکثری از فضای سبز، ارائه الگوهای کاربرد حداقل آب برای سرمایه‌ش در ساختمان‌ها، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدید پذیر و آگاه‌سازی و تعمیم کاربرد سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی و تأخیر اندازی انتقال حرارت در ساختمان و...	انتظارات زیست محیطی

مشخصات مهندسی (معیارهای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران) که قابلیت پوشش نیازهای مشتریان را دارا می‌باشند نیز به روش مذکور و طبق مصاحبات عمیق صورت گرفته، شناسایی شده و در ستون‌های (how) خانه‌ی کیفیت قرار می‌گیرند که این معیارها در جدول ۳-۲ آورده شده‌اند.

جدول ۳-۲ معیارهای ارزیابی و انتخاب پیمانکار

منبع	تعریف	معیارهای ارزیابی پیمانکار
پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰	توانایی در تأمین اعتبار مالی و پشتیبانی پروژه.	مالی
السیا و همکاران، ۲۰۱۳.	داشتن روابط و شبکه اجتماعی قوی با زیر پیمانکاران، مشتری و تأمین‌کنندگان مواد و مصالح.	ارتباطات
السیا و همکاران، ۲۰۱۳. افشار و همکاران، ۲۰۱۷	مدیریت کارآمد و داشتن دانش انجام کار و سیستم مدیریتی مناسب جهت برنامه‌ریزی امور.	توان فنی و مدیریتی
هالت و همکاران ۱۹۹۵	بومی بودن پیمانکار یا داشتن تجربه در محل اجرای پروژه و زمینه کاری موردنظر.	تجربه
هالت و همکاران ۱۹۹۵	داشتن حسن سابقه در اجرای پروژه‌های قبلی از لحاظ کیفیت و زمان تحویل.	عملکرد گذشته
افشار و همکاران، ۲۰۱۷	رعایت استانداردهای کیفیت و ارائه‌ی پروژه طبق خواسته‌ی مشتری و جلب رضایت وی.	کیفیت کاری
السیا و همکاران، ۲۰۱۳. پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰	سیاست و سابقه‌ی امنیت شرکت و انجام اقدامات احتیاطی و آگاهی‌های ایمنی.	سلامت و ایمنی
افشار و همکاران، ۲۰۱۷	تعداد پروژه‌های در دست اقدام و اطمینان از تحویل باکیفیت و به‌موقع همگی.	حجم کار فعلی
پاتریک فانگ و همکاران، ۲۰۰۰	سابقه ارزشیابی بالا در مناقصات قبلی و اعتبار و خوشنامی شرکت و پرسنل کلیدی.	شهرت
السیا و همکاران، ۲۰۱۳. قدوسی و همکاران، ۱۳۹۶. محمدفام و همکاران، ۱۳۹۰	رعایت ضوابط و مقررات زیست‌محیطی در حوزه‌ی ساختمان از جمله الزامات HSE و قوانین توسعه‌ی پایدار.	رعایت قوانین زیست‌محیطی

۳-۲-۳ مصاحبه با خبرگان حوزه‌ی ساختمان‌سازی و دانشگاه جهت تعیین اوزان نیازهای مشتری و تعیین مشخصات مهندسی و ارتباط میان آن‌ها

از آنجایی که تمامی خواسته‌های مشتریان از دیدگاه آن‌ها دارای اولویت یکسانی نمی‌باشند، باید نیازهای مدنظر مشتریان توسط تصمیم‌گیرندگان با توجه به نظرات مشتریان اولویت‌بندی گردند. با مراجعه به دو شرکت شناسایی شده و انجام مصاحبه‌ی باز و عمیق به روش نمونه‌گیری گلوله برفی با ۱۰ نفر از این افراد که همگی فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی عمران بودند، و ۵ تن از اساتید دانشکده معماری دانشگاه فردوسی مشهد، خواستار تعیین اهمیت نیازهای مشتری و تعیین مشخصه‌های مهندسی شدیم. هریک از این افراد اوزان نیازهای مشتریان و همچنین ارتباط میان نیازهای مشتری و مشخصه‌های مهندسی و ارتباط میان مشخصه‌های مهندسی را، مشخص نمودند. و در نهایت نیازمندی‌ها به روش آنتروپی شانون وزن‌دهی و رتبه‌بندی شدند. گام‌های این روش به شرح زیر می‌باشد:

- گام ۱: ماتریس تصمیم‌گیری که حاصل نظرات خبرگان در مورد عملکرد هر پیمانکار نسبت به معیار (نیازمندی‌ها و انتظارات) است را تشکیل داده و آن را نرمال می‌کنیم و هر درایه نرمال شده را p_{ij} می‌نامیم. نرمال شدن به این صورت می‌باشد که درایه هر ستون را بر مجموع ستون تقسیم می‌کنیم.

- گام ۲: آنتروپی یا E_j نیز از رابطه‌ی (۳-۱) محاسبه می‌گردد. و k به عنوان یک مقدار ثابت مقدار E_j را بین صفر و یک نگه می‌دارد، از رابطه‌ی (۳-۲) به دست می‌آید.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m p_{ij} \times \ln p_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۳-۱)

$$k = \frac{1}{\ln(m)}, \quad \text{تعداد } p \text{ ها: } m \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

- گام ۳: در ادامه مقدار d_j (درجه انحراف) از رابطه‌ی (۳-۳) محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (d_j) چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. هر چه مقادیر اندازه‌گیری شده شاخصی به هم نزدیک باشند نشان دهنده‌ی آن است که گزینه‌های رقیب از نظر آن شاخص تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند. لذا نقش آن شاخص در تصمیم‌گیری باید به همان اندازه کاهش یابد.

$$d_j = 1 - E_j \quad \text{رابطه (۳-۳)}$$

- گام ۴: در نهایت، مقدار وزن (w_j) از رابطه‌ی (۴-۳) محاسبه می‌گردد.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum d_j} \quad \text{رابطه (۴-۳)}$$

۳-۳-۳ پیاده‌سازی QFD

در این مرحله با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده به پیاده‌سازی مراحل QFD می‌پردازیم.

- گام ۱: با استفاده از میانگین حسابی و رابطه‌ی (۵-۳) میانگین نظرات مشتریان را به دست آورده و جایگزین وزن هر نیازمندی مشتری می‌شود. در واقع وزن هر یک از نظرات میانگینی از نظرات خبرگان است.

$$\bar{K} = \frac{\sum X}{N} \quad \text{رابطه (۵-۳)}$$

که در این رابطه \bar{K} میانگین نظرات، X نظرات هر یک از خبرگان و N تعداد خبرگان می‌باشد.

- گام ۲: وزن هر مشخصه‌ی مهندسی (W_j) با استفاده از رابطه‌ی (۶-۳) به دست می‌آید.

$$W_j = \sum_{i=1}^m k_i r_{ij} \quad \text{رابطه (۶-۳)}$$

که در این رابطه، r_{ij} رابطه‌ی بین CR ، i ام و EC ، j ام در ماتریس روابط می‌باشد که مقادیر آن با استفاده از نظرات خبرگان و اساتید به دست آمده است. لازم به ذکر است که در اینجا نیازهای مشتریان به صورت مستقل از یکدیگر در نظر گرفته شده است و بنابراین کوواریانس آن صفر است. ولی میان مشخصه‌های مهندسی رابطه‌ی همبستگی وجود دارد.

- گام ۳: پس از محاسبه‌ی وزن هر مشخصه‌ی مهندسی براساس مطالعات زارعی و همکاران (۲۰۱۱)،

به محاسبه‌ی وزن جزئی هر یک از مشخصات مهندسی با استفاده از رابطه‌ی (۷-۳) می‌پردازیم.

$$w_j^* = w_j + \sum_{k=j}^m (p_{kj} \times w_k) \quad \text{رابطه (۷-۳)}$$

w_j^* وزن جزئی هر یک از مشخصات مهندسی و p_{kj} درجه‌ی همبستگی میان مشخصه‌های مهندسی k ام و j ام می‌باشد.

- گام ۴: در این مرحله وزن‌های جزئی مشخصه‌های مهندسی را با استفاده از رابطه‌ی (۸-۳) نرمال-

سازی می‌کنیم. سپس با توجه به اعداد به دست آمده، مشخصه‌های مهندسی را رتبه‌بندی می‌کنیم.

رابطه (۸-۳)

$$NW_j = \frac{W_j}{\sum W_j}$$

۳-۳-۴ شناسایی گزینه‌ها و انتخاب پیمانکار (های) برتر با استفاده از روش ویکور

در این مرحله نیز گزینه‌های موجود شناسایی شده و وارد فرآیند تصمیم‌گیری می‌شوند سپس با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده از خانه‌ی کیفیت به پیاده‌سازی مراحل روش ویکور می‌پردازیم.

گام ۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: در این گام، ماتریس تصمیم‌گیری در تناظر با گزینه‌های شناسایی شده تشکیل می‌شود. برای سنجش گزینه‌ها توسط تصمیم‌گیرندگان، ابتدا هر یک از آن‌ها به ازای هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری، نظرات خود را برای هر یک از گزینه‌ها بیان می‌کنند. سپس ماتریس تصمیم‌گیری که مقادیر آن حاصل میانگین هندسی بین نظرات خبرگان است، مطابق رابطه (۹-۳) تشکیل داده شده است. همچنین قابل‌ذکر است که از وزن‌های محاسبه‌شده در خانه کیفیت به‌عنوان ورودی ویکور استفاده شده است.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۹-۳)}$$

که x_i عملکرد گزینه‌ی i ام در رابطه با معیار j ام است.

گام ۲- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم: با استفاده از رابطه (۱۰-۳)، ماتریس تصمیم تشکیل‌شده، نرمال‌سازی می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{رابطه (۱۰-۳)}$$

گام ۳- تعیین سودمندی و تأسف: اپریکویک دو مفهومی اساسی سودمندی (S) و تأسف (R) را در محاسبات ویکور مطرح کرده است. مقدار سودمندی بیانگر فاصله نسبی گزینه i ام از نقطه‌ی ایده‌آل و مقدار تأسف بیانگر حداکثر ناراحتی گزینه i ام از دوری از نقطه‌ی ایده‌آل می‌باشد.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j * \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \quad \text{رابطه (۱۱-۳)}$$

$$R_i = \max \left[w_j * \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right] \quad \text{رابطه (۱۲-۳)}$$

گام ۴- محاسبه‌ی شاخص ویکور: گام بعدی محاسبه شاخص ویکور (Q) برای هرگزینه است. این شاخص با استفاده از رابطه‌ی (۱۳-۳) و (۱۴-۳) محاسبه می‌شود.

$$Q_i = V * \left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right] + (1 - V) \left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right] \quad \text{رابطه (۱۳-۳)}$$

$$S^* = \min S_i, \quad S^- = \max S_i \quad \text{رابطه (۱۴-۳)}$$

$$R^* = \min R_i, \quad R^- = \max R_i$$

گام ۴- بررسی شروط و رتبه‌بندی گزینه‌ها

در گام پایانی از تکنیک ویکور، گزینه‌ها براساس مقادیر Q, R, S در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. بهترین گزینه آن است که کوچکترین Q را داشته باشد به شرط آنکه دو شرط زیر برقرار باشد: شرط یک: اگر گزینه A_1 و A_2 در میان m گزینه رتبه‌ی اول و دوم را داشته باشند، باید رابطه (۱۵-۳) زیر برقرار باشد:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{m-1} \quad \text{رابطه (۱۵-۳)}$$

اگر این شرط برقرار نباشد، مجموعه‌ای از گزینه‌ها به‌عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند. بیشترین مقدار m نیز با توجه به رابطه (۱۶-۳) محاسبه می‌شود که در زیر آورده شده است.

$$Q(A_m) - Q(A_1) < \frac{1}{n-1} (Q(A_m) < (\frac{1}{n-1}) + Q(A_1)) \quad \text{رابطه (۱۶-۳)}$$

اگر شرط ۱ برقرار باشد، شرط شماره ۲ نیز باید چک شود.

شرط دو: گزینه A_1 باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S رتبه‌ی اول باشد.

زمانی که شرط دوم برقرار نباشد، دو گزینه A_1 و A_2 به‌عنوان گزینه‌های برتر شناخته می‌شوند.

اگر هر دو شرط برقرار بود، رتبه‌بندی براساس Q خواهد بود (به‌صورت کاهشی: هر چه Q کمتر باشد، آن گزینه بهتر است).

۳-۴ ابزار گردآوری داده‌ها

برای گردآوری اطلاعات و داده‌ها، به ابزارهای گوناگونی نیاز می‌باشد که نوع این ابزارها، تابع عوامل گوناگونی از جمله روش تحقیق می‌باشد. به‌طورمعمول، چهار ابزار عمده برای جمع‌آوری داده‌ها وجود دارند که هر یک

از این ابزارها نیز خود انوعی دارند که دارای کاربردهای ویژه‌ای برای تحقیقات خاص می‌باشند. این ابزارها عبارت‌اند از:

۱. بررسی اسناد و مدارک و تحقیقات انجام‌شده (کتابخانه‌ای)

۲. مشاهده^{۴۵}

۳. مصاحبه^{۴۶}

۴. پرسشنامه^{۴۷}

روش کتابخانه‌ای روشی است که برای یک دسته از تحقیقات خاص که اصولاً جنبه تألیفی دارند، کاربرد دارد. همچنین در سایر تحقیقات نیز جهت معرفی موضوع و بیان مبانی نظری، از این روش بهره گرفته می‌شود.

روش مشاهده نیز رویه استاندارد و نظام‌داری برای کسب داده‌ها می‌باشد. با استفاده از روش مشاهده می‌توان برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، شواهد تجربی یافت.

روش دیگر برای جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبه می‌باشد. مصاحبه از متداول‌ترین روش‌های جمع‌آوری اطلاعات است که به دو صورت ساختاریافته و مصاحبه آزاد انجام می‌شود. در مصاحبه غیر ساختاریافته (مصاحبه آزاد) سؤالات باز از مصاحبه‌شونده پرسیده می‌شود و پاسخ‌دهنده به‌طور آزاد به آن پاسخ می‌دهد.

آخرین روش گردآوری اطلاعات، پرسشنامه می‌باشد. پرسشنامه ابزاری است که به کمک آن می‌توان اطلاعات زیادی را در زمانی اندک به دست آورد. به همین دلیل، این روش، یکی از رایج‌ترین شیوه‌های گردآوری داده‌ها می‌باشد.

^{۴۵} Observation

^{۴۶} Interview

^{۴۷} Questionnaire

به‌طور کلی در این تحقیق با توجه به مباحث مطرح‌شده و الگوریتم تصمیم آن نیاز به دو دسته از اطلاعات می‌باشد که اطلاعات نوع اول و اطلاعات نوع دوم نامیده می‌شود. اطلاعات نوع اول تحقیق با استفاده از مصاحبه با کارشناسان و خبرگان که در بخش قبل توضیح داده شد، به دست آمده و اطلاعات نوع دوم نیز از طریق روش مطالعه کتابخانه‌ای، با مراجعه به کتابخانه‌ها، مجلات علمی داخلی و خارجی، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی موجود در اینترنت و همچنین اسناد و مدارک شرکت و استانداردها و قوانین موجود جمع‌آوری می‌شود.

پس از جمع‌آوری و تهیه لیست خواسته‌های مشتریان و تبدیل آن‌ها به شکل استاندارد، نوبت به استخراج نیازهای فنی، مرتبط با این خواسته‌ها می‌رسد. بعد از این با استفاده از نظرات کارشناسان، ارتباطات درون‌خانه کیفیت همچون ارتباطات میان مشخصه‌های مهندسی و خواسته‌های مشتری، و روابط درونی مشخصه‌های مهندسی مشخص می‌شود. ارتباط درونی میان خواسته‌های مشتری و مشخصه‌های مهندسی به‌صورت ارتباطاتی یک‌سویه و دوسویه می‌باشد که از این روابط در طراحی ماتریس مقایسات زوجی استفاده می‌شود. در این پژوهش، ابتدا مسائل تئوریک و نظری از طریق بررسی و مراجعه به مدارک و اسناد و کتب و تحقیقات انجام‌شده و جهت تدوین مبانی نظری تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است و سپس با انجام مصاحبه‌ی آزاد با خبرگان و اساتید، با افراد نمونه و متخصصان به‌صورت مستقیم ارتباط برقرار نموده و پاسخ‌های مربوطه، جهت جمع‌آوری اطلاعات لازم، گردآوری گردیده است.

در این پژوهش از خانه کیفیت برای مرتبط کردن نیازهای مشتریان به مشخصه‌های مهندسی (یا همان معیارها و ویژگی‌های پیمانکاران) و در نهایت تعیین وزن این مشخصه‌ها استفاده شده است، که در پایان از این وزن‌ها برای انتخاب پیمانکار در روش ویکور بهره برده شده است.

۳-۵ جامعه آماری پژوهش

جامعه، شامل گروهی از افراد است که یک یا چند صفت مشترک دارند که این صفات مورد توجه محقق می‌باشند. جامعه ممکن است همگی افراد یک نوع خاص یا عده‌ی محدودتری از همان گروه را دربرگیرد (پاشا شریفی و طالقانی، ۱۳۷۹).

در پژوهش حاضر، جامعه آماری، مدیران و صاحب‌نظران شرکت‌های پیمانکاری صنعت ساخت‌وساز کشور و اساتید معماری دانشگاه‌های سراسری کشور در نظر گرفته شده است.

۳-۶ نمونه آماری پژوهش

در تحقیقات مبتنی بر روش QFD معمولاً با انتخاب ۲۵-۱۵ نمونه از جامعه آماری مورد نظر جهت آزمون، می‌توان به بیش از ۸۰ درصد نظرات مشتریان دست یافت (رضایی و هوشیار، ۱۳۷۸).

خبرگان و اساتید دانشکده‌ی معماری و شهرسازی دانشگاه فردوسی مشهد و دو شرکت‌های پیمانکاری ساختمانی (تجاری و مسکونی) واقع در شهر تهران نمونه در نظر گرفته شده است، که بنا به درخواست ایشان از بردن نام آن‌ها خودداری شده است. که از هر دو گروه اساتید و خبرگان این حوزه در جهت تهیه‌ی وزن الزامات و انتظارات مشتریان (الزامات زیست‌محیطی سازمان محیط‌زیست و انتظارات کارفرما از پیمانکاران) و تعیین وزن و اهمیت معیارهای پیمانکاران و در تعیین میزان روابط بین آن دو در ماتریس روابط و همچنین میزان ارتباط بین مشخصه‌ها در سقف خانه کیفیت استفاده شده است.

نمای کلی خانه‌ی کیفیت در این پژوهش، مطابق شکل ۳-۳ است که در فصل چهارم به تفصیل به بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده پرداخته می‌شود.

مشخصات فنی (Hows)	درجه اهمیت (وزن) what ها	مالی	ارتباطات	توان فنی و مدیریتی	تجربه	عملکرد گذشته	کیفیت کاری	سلامت و ایمنی	حجم کار فعلی	شهرت	رعایت قوانین زیست محیطی	انتظارات مشتری (Whats)	
												هزینه ساخت	کیفیت ساخت
برنامه کاری													
الزامات زیست محیطی													
انتظارات زیست محیطی													
درجه اهمیت how ها													
وزن جزئی مشخصه های مهندسی													
وزن های نرمال شده مشخصه های مهندسی													

شکل ۳-۳ تصویر کلی خانه کیفیت تحقیق حاضر

۷-۳ جمع‌بندی

در این فصل، ابتدا انواع روش‌های انجام پژوهش مورد تشریح قرار گرفت و مراحل انجام پژوهش حاضر توضیح داده شد. سپس ابزار گردآوری داده‌ها مورد اشاره قرار گرفت و اطلاعاتی در رابطه با جامعه و نمونه آماری پژوهش نیز توضیح داده شد. همچنین شرکت‌های پیمانکاری انتخاب شده و اطلاعات موردنیاز از آن‌ها گردآوری شد. سپس رویکردهای پیشنهادی پژوهش یا همان رویکردهای QFD و تکنیک ویکور به صورت گام‌به‌گام توضیح داده شد و در نهایت در جهت درک هر چه بهتر رویکرد پیشنهادی پژوهش، مفاهیم استفاده‌شده در پژوهش تشریح شدند. در فصل آتی نیز به تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از پژوهش پرداخته خواهد شد.

فصل چہارم:
تجزیہ و تحلیل دادہ

۴-۱ مقدمه

در این فصل براساس اطلاعات حاصل از مصاحبه با خبرگان و اساتید، پس از تشریح مراحل جمع‌آوری داده‌های موردنیاز به حل مدل و تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از آن پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه این پژوهش در دو فاز اجرا می‌شود؛ در فاز اول پس از شناسایی خواسته‌های مشتریان (What) و تبدیل آن‌ها به مشخصه‌های مهندسی (How) یا همان معیارهای موردنظر در پیمانکاران ساختمان‌سازی، ابتدا با استفاده از رویکرد گسترش عملکرد کیفیت، اولویت‌های مشخصه‌های مهندسی تعیین می‌شود. سپس در فاز دوم، براساس اولویت‌های تعیین‌شده با استفاده از روش ویکور به انتخاب پیمانکار برتر پرداخته می‌شود.

۴-۲ پیاده‌سازی الگوریتم تصمیم

الگوریتم تصمیم به کاررفته در این تحقیق طبق چارچوب ارائه‌شده در فصل سوم می‌باشد. حال به پیاده‌سازی گام‌های این الگوریتم برای داده‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان و کارشناسان پرداخته می‌شود.

۴-۲-۱ تهیه لیست انتظارات و خواسته‌های مهم مشتریان (CR)

همان‌طور که قبلاً بیان شد، فرایند QFD با شناسایی خواسته‌های مشتری و پس‌از آن مشخصه‌های مهندسی متقابل آن‌ها شروع می‌شود. لذا در ابتدای کار، بایستی نظرات و انتظارات در مورد پیمانکاران و ویژگی‌های مورد تقاضای آن‌ها بررسی می‌شود. بدین منظور با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و مراجعه به مقالات متعدد، لیست نیازمندی‌های مشتریان در مورد پیمانکاران تهیه شد. خواسته‌های مشتری در این تحقیق در جدول ۴-۱ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود هرکدام از آن‌ها به اختصار با CR_1 تا CR_5 نشان داده شده‌اند. که در فصول قبلی به تشریح آن‌ها پرداخته شده است.

جدول ۴-۱ نیازمندی‌ها و انتظارات مشتری

ردیف	نیازمندی‌ها و انتظارات مشتری
CR_1	هزینه ساخت
CR_2	کیفیت ساخت
CR_3	برنامه کاری
CR_4	الزامات زیست‌محیطی
CR_5	انتظارات زیست‌محیطی

۴-۲-۲ تعیین اهمیت و وزن خواسته‌های مشتری (CR) و رتبه‌بندی آن‌ها

در این گام برای تعیین اهمیت نسبی آن‌ها از خبرگان خواسته شد با استفاده از داده‌های کلامی جدول ۲-۲-۲ به تعیین اهمیت هر کدام از نیازمندی‌ها بپردازند. برای تعیین وزن نسبی هر یک از این نیازمندی‌ها، داده‌های کلامی بیان‌شده توسط هر یک از خبرگان، به داده‌های کمی تبدیل شد. در واقع وزن نسبی حاصل، میانگین حسابی نظرات پانزده خبره در مورد هر یک از نیازمندی‌ها است. سپس با استفاده از روش آنتروپی به تعیین وزن و رتبه‌بندی نیازمندی‌ها پرداخته شد.

نتایج حاصل از مصاحبات، پس از ادغام، محاسبات و رتبه‌بندی نیازمندی‌ها و انتظارات، در جدول ۲-۴-۲ بیان شده است.

- گام ۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از نظرات خبرگان تشکیل شده و نرمال‌سازی می‌شود. در واقع هر یک از درایه‌های این ماتریس، عملکرد هر یک از پیمانکاران را نسبت به معیارها (نیازمندی‌ها و انتظارات)، نشان می‌دهد. داده‌های حاصل در جدول (۲-۴) آمده است.

جدول ۲-۴ ماتریس تصمیم نرمال شده

CR_5	CR_4	CR_3	CR_2	CR_1	معیارها / گزینه‌ها
۰,۳۷۵	۰,۲	۰,۲۷۷۸	۰,۳۶۳۶	۰,۲۳۵۳	A
۰,۲۵	۰,۱	۰,۲۲۲۲	۰,۲۷۲۷	۰,۲۹۴۱	B
۰,۱۲۵	۰,۵	۰,۲۲۲۲	۰,۱۸۱۸	۰,۲۹۴۱	C
۰,۲۵	۰,۲	۰,۲۷۷۸	۰,۲۷۲۷	۰,۱۷۶۵	D

- گام ۲. تعیین آنتروپی: با استفاده از روابط (۲-۳) و (۳-۳) میزان آنتروپی محاسبه شده و در جدول (۳-۴) نمایش داده شده است.

جدول ۳-۴ میزان آنتروپی (E_j) ها

E	آنتروپی / معیارها (CR) ها
۰,۸۴۸۵	CR_1
۰,۸۶۰۹	CR_2
۰,۷۵۸	CR_3
۰,۷۵۸	CR_4
۰,۸۲۰۳	CR_5

- گام ۳: در ادامه با استفاده از رابطه (۳-۳) مقدار d_j (درجه انحراف) تعیین می‌شود. که نتایج آن در جدول ۴-۴ آورده شده است.

جدول ۴-۴ درجه انحراف (d_j)

d	درجه انحراف معیارها
۰,۱۵۱۵	CR_1
۰,۱۳۹۱	CR_2
۰,۱۳۳	CR_3
۰,۲۴۲	CR_4
۰,۱۷۹۷	CR_5

• گام ۴: در پایان با استفاده از رابطه‌ی (۳-۴)، وزن نیازمندی‌ها به دست آمده و رتبه‌بندی شده‌اند.

که در جدول (۴-۵) نشان داده شده است.

جدول ۴-۵ وزن و رتبه‌بندی نیازمندی‌های مشتریان

رتبه‌بندی	وزن و اهمیت	نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان	ردیف
۳	۰,۱۸۵	هزینه ساخت (CR_1)	۱
۴	۰,۱۵۴	کیفیت ساخت (CR_2)	۲
۵	۰,۱۲۳	برنامه کاری (CR_3)	۳
۱	۰,۲۷۷	الزامات زیست‌محیطی (CR_4)	۴
۲	۰,۲۶۱	انتظارات زیست‌محیطی (CR_5)	۵

۴-۲-۳ شناسایی و تهیه لیست معیارهای عمومی پیمانکاران (مشخصه-های مهندسی (EC))

با توافق صاحب‌نظران بر نیازمندی‌های مشتری و نهایی شدن آن‌ها، نوبت به تعیین مشخصه‌های مهندسی می‌رسد که بیشترین تأثیر را بر آن‌ها دارند. لذا، پس از محاسبه اهمیت نهایی نیازمندی‌های مشتریان، با کمک خبرگان، مشخصه‌های متعددی ارائه شدند که از بین آن‌ها ده مورد از مشخصه‌هایی که بیشترین ارتباط را با نیازمندی‌ها دارند شناسایی و در جدول ۴-۶ آورده شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود هر کدام از آن‌ها به اختصار با EC_1 تا EC_{10} نشان داده شده‌اند. که در فصول قبلی به تشریح آن‌ها پرداخته شده است.

جدول ۴-۶ مشخصه‌های مهندسی پیمانکاران

مشخصه‌های مهندسی پیمانکاران	ردیف
مالی	EC_1
ارتباطات	EC_2
توان فنی و مدیریتی	EC_3
تجربه	EC_4
عملکرد گذشته	EC_5
کیفیت کاری	EC_6
سلامت و ایمنی	EC_7
حجم کار فعلی	EC_8
شهرت	EC_9
رعایت قوانین زیست‌محیطی	EC_{10}

۴-۲-۴ ایجاد ارتباط بین نیازمندی‌های مشتری (CR) و مشخصه‌های مهندسی (EC) از طریق خانه کیفیت (HOQ)

ماتریس ارتباطات میان نیازمندی‌های مشتری و مشخصه‌های مهندسی، توسط آنالیز اثر هر نیازمندی روی مشخصه‌های مهندسی و تعیین میزان همبستگی بین مشخصه‌ها به دست خواهد آمد. در اینجا کیفیت روابط درونی خواسته‌های مشتری و جهت این روابط با استفاده از نظرات خبرگان تعیین شده، به دست آمده است. در واقع نظرات هر یک از خبرگان به طور جداگانه در یک ماتریس ثبت شده که در اینجا جدول آخر، یعنی میانگین نظرات در جدول ۴-۷ آورده شده است.

جدول ۴-۷ ماتریس میانگین روابط بین CR ها و EC ها

رعایت قوانین زیست-محیطی	شهرت	حجم کار فعلی	سلامت و ایمنی	کیفیت کاری	عملکرد گذشته	تجربه	توان فنی و مدیریتی	ارتباطات	مالی	مشخصه‌های مهندسی نیازمندی‌های مشتری
۲,۲۵	۲,۷۵	۱,۲۵	۲,۵	۳	۲,۵	۲,۵	۲,۲۵	۲,۲۵	۴,۵	هزینه ساخت
۴,۲۵	۳,۷۵	۲,۷۵	۳,۲۵	۵	۳,۵	۳,۵	۳,۵	۱,۵	۲,۷۵	کیفیت ساخت
۲	۲,۲۵	۳,۲۵	۲,۲۵	۴	۳	۳,۷۵	۳,۷۵	۱,۵	۱,۷۵	برنامه کاری
۵	۲,۷۵	۱,۵	۵	۳,۲۵	۳,۷۵	۲,۲۵	۲	۱,۵	۲,۵	الزامات زیست-محیطی
۴,۲۵	۳,۵	۱	۴,۲۵	۳,۷۵	۴	۲,۷۵	۲,۲۵	۱,۷۵	۲,۷۵	انتظارات زیست‌محیطی

۴-۲-۵ محاسبه اهمیت مشخصه‌های مهندسی (EC ها)

با استفاده از وزن نسبی نیازمندی‌های مشتری و رابطه‌ی (۳-۶)، وزن هر مشخصه‌ی مهندسی به دست می‌آید. که در جدول ۴-۸ نشان داده شده است.

جدول ۴-۸ ماتریس میانگین روابط بین CR ها و EC ها با وزن مشخصه‌ها

مشخصه‌های مهندسی / نیازمندی‌های مشتری	وزن نسبی نیازمندی‌های	مالی	ارتباطات	توان فنی و مدیریتی	تجربه	عملکرد گذشته	کیفیت کاری	سلامت و ایمنی	حجم کار فعلی	شهرت	رعایت قوانین زیست-محیطی
هزینه ساخت	۰,۱۸۵	۴,۵	۲,۲۵	۲,۲۵	۲,۵	۲,۵	۳	۲,۵	۱,۲۵	۲,۷۵	۲,۲۵
کیفیت ساخت	۰,۱۵۴	۲,۷۵	۱,۵	۳,۵	۳,۵	۳,۵	۵	۳,۲۵	۲,۷۵	۳,۷۵	۴,۲۵
برنامه کاری	۰,۱۲۳	۱,۷۵	۱,۵	۳,۷۵	۳,۷۵	۳	۴	۲,۲۵	۳,۲۵	۲,۲۵	۲
الزامات زیست-محیطی	۰,۲۷۷	۲,۵	۱,۵	۲	۲,۲۵	۳,۷۵	۳,۲۵	۵	۱,۵	۲,۷۵	۵
انتظارات زیست‌محیطی	۰,۲۶۱	۲,۷۵	۱,۷۵	۲,۲۵	۲,۷۵	۴	۳,۷۵	۴,۲۵	۱	۳,۵	۴,۲۵
وزن مشخصه‌های مهندسی (w_j)		۲,۸۸۱	۱,۷۰۴	۲,۵۵۸	۲,۸۰۴	۳,۴۵۳	۳,۶۹۶	۳,۷۳۴	۱,۷۳۱	۳,۰۳۸	۳,۸۱۱

۴-۲-۶ تعیین میزان همبستگی میان مشخصه‌های مهندسی (EC ها)

جهت بررسی ارتباط و وابستگی بین مشخصه‌های فنی، ماتریس همبستگی بین مشخصه‌های فنی در سقف خانه کیفیت تشکیل می‌گردد که حاصل نظرات خبرگان می‌باشد. این ماتریس جهت بررسی تضاد و یا ارتباط بین مشخصه‌های فنی می‌باشد. در ماتریس مذکور، از چهار علامت استفاده می‌شود که ذیلاً به شرح هر یک از آن‌ها پرداخته شده است:

● (مثبت قوی): این علامت بدین مفهوم است که اگر یکی از مشخصه‌های فنی، مورد توجه قرارگیری مشخصه فنی دیگر نیز به شدت بهبود خواهد یافت.

+ (مثبت): مفهوم این علامت مانند علامت بالا بوده با این تفاوت که شدت تأثیرپذیری مشخصه فنی دیگر اندکی کمتر می‌باشد.

- (منفی): این علامت بدین مفهوم است که دو مشخصه فنی باهم در تضاد می‌باشند.

○ (منفی قوی): این علامت بدین مفهوم است که دو مشخصه فنی تضاد خیلی زیادی باهم دارند.

همچنین در صورتی که خانه‌ای خالی باشد بدین مفهوم می‌باشد که دو مشخصه فنی باهم ارتباطی ندارند.

جدول ۴-۹ نشان‌دهنده‌ی تبدیل متغیرهای زبانی درجه‌ی همبستگی مشخصه‌های مهندسی به صورت اعداد است.

جدول ۴-۹ درجه‌ی همبستگی مشخصه‌های مهندسی

درجه ارتباط	نماد	اعداد
مثبت قوی	●	۹
مثبت	+	۷
منفی	-	۳
منفی قوی	○	۱
بدون رابطه	خانه‌ی خالی	۰

۷-۲-۴ به دست آوردن وزن جزئی مشخصه‌های مهندسی و رتبه‌بندی آنها

وزن جزئی اهمیت مشخصه‌های فنی این سطر از خانه کیفیت، با در نظر گرفتن میزان همبستگی مشخصه-های مهندسی در سقف خانه کیفیت، و از طریق رابطه‌ی (۷-۳) به دست می‌آید. پس از نرمال کردن این وزن‌ها، با استفاده از رابطه‌ی (۸-۳)، آن‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. نتایج رتبه‌بندی به شرح زیر در جدول (۴-۱۰) آورده شده است.

جدول ۴-۱۰ رتبه‌بندی مشخصه‌های مهندسی پیمانکاران

رتبه مشخصه‌های مهندسی پیمانکاران	وزن‌های نرمالیزه شده	وزن جزئی مشخصه‌های مهندسی	وزن‌های مشخصه‌های مهندسی	ردیف
۹	۰,۰۵۱	۵۵,۴۵۹	۲,۸۸۱	EC ₁
۱۰	۰,۰۴۳	۴۷,۲۸۴	۱,۷۰۴	EC ₂
۷	۰,۰۹۷	۱۰۶,۱۵۷	۲,۵۵۸	EC ₃
۶	۰,۱	۱۰۹,۳۵۶	۲,۸۰۴	EC ₄
۵	۰,۱۰۹	۱۱۹,۱۲۸	۳,۴۵۳	EC ₅
۳	۰,۱۱۹	۱۲۹,۳۶	۳,۶۹۶	EC ₆
۲	۰,۱۴۴	۱۵۶,۸۲۸	۳,۷۳۴	EC ₇
۸	۰,۰۶۴	۶۹,۲۴	۱,۷۳۱	EC ₈
۴	۰,۱۱۶	۱۲۶,۰۷۷	۳,۰۳۸	EC ₉
۱	۰,۱۵۷	۱۷۱,۴۹۵	۳,۸۱۱	EC ₁₀

بدین ترتیب مهم‌ترین مشخصه‌ی مهندسی در ارتباط با نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان، «رعایت قوانین زیست‌محیطی» و کم‌اهمیت‌ترین آن، «ارتباطات» می‌باشد.

۴-۲-۸ انتخاب پیمانکار برتر با استفاده از روش ویکور

همان طور که قبلاً بیان شد پژوهش حاضر شامل دو فاز بوده که فاز اول مرتبط کردن نیازمندی‌های مشتریان (کارفرمایان و سازمان محیط‌زیست) به مشخصه‌های مهندسی (معیارهای عمومی پیمانکاران ساختمان-سازی) با استفاده از خانه کیفیت است و فاز دوم انتخاب پیمانکار برتر از میان چهار پیمانکار با استفاده از روش ویکور می‌باشد. که مراحل اجرایی فاز دوم از این بخش شروع می‌شود. هر یک از پیمانکاران در این پژوهش با A، B، C و D نشان داده شده‌اند.

برای پیاده‌سازی تکنیک ویکور، معیارها قبلاً از طریق خانه کیفیت وزن‌دهی شده و سپس از طریق ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها به صورت مستقل، گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌کند. تمامی محاسبات با کمک نرم‌افزار EXCEL انجام شده است.

همان طور که قبلاً ذکر شده، داده‌ها حاصل نظرات ۱۵ خبره است که در مورد معیارهای پیمانکاران اظهار نظر فرموده‌اند. حاصل نظرات ۱۵ جدول بوده که برای نمونه یکی از آن‌ها آورده شده و در جدول (۴-۱۱) به نمایش گذاشته شده است.

جدول ۴-۱۱ نظرات یکی از خبرگان در مورد معیارهای پیمانکاران

خبره ۲	EC ₁	EC ₂	EC ₃	EC ₄	EC ₅	EC ₆	EC ₇	EC ₈	EC ₉	EC ₁₀
A	۴	۳	۳	۵	۴	۴	۳	۴	۳	۲
B	۳	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۳	۵
C	۴	۲	۳	۲	۴	۳	۳	۲	۴	۲
D	۳	۱	۲	۱	۳	۲	۴	۳	۳	۳

با میانگین هندسی، نظرات خبرگان ادغام شده و در جدول ۴-۱۲ آورده شده است.

جدول ۴-۱۲ میانگین هندسی نظرات خبرگان در مورد معیارهای پیمانکاران

ادغام	EC_1	EC_2	EC_3	EC_4	EC_5	EC_6	EC_7	EC_8	EC_9	EC_{10}
A	۳,۳۰۹۷۵۱	۲,۹۱۲۹۵۱	۲,۹۱۲۹۵۱	۴,۴۷۲۱۳۶	۳,۲۲۳۷۱	۲,۶۳۲۱۴۸	۲,۴۴۹۴۹	۳,۱۳۰۱۶۹	۳,۱۳۰۱۶۹	۲,۹۱۲۹۵۱
B	۳,۴۶۴۱۰۲	۳,۲۲۳۷۱	۳,۷۲۲۴۱۹	۴,۴۷۲۱۳۶	۴,۷۲۸۷۰۸	۴,۴۷۲۱۳۴	۵	۲,۹۱۲۹۵۱	۳,۴۶۴۱۰۲	۵
C	۳,۴۶۴۱۰۲	۲	۳,۲۲۳۷۱	۲	۳,۴۶۴۱۰۲	۲,۴۴۹۴۹	۲,۲۷۹۵۰۷	۲	۳,۷۲۲۴۱۹	۲,۲۱۳۳۶۴
D	۳,۷۲۲۴۱۹	۱,۴۱۴۲۱۴	۲,۴۴۹۴۹	۱,۶۸۱۷۹۳	۲,۷۱۰۸۰۶	۲,۷۱۰۸۰۶	۲,۷۱۰۸۰۶	۴	۲,۹۱۲۹۵۱	۲,۹۱۲۹۵۱

در گام بعدی مقدار سودمندی (S) و تأسف (R)، با استفاده از رابطه (۳-۱۱) و (۳-۱۲) برای هر یک از پیمانکاران محاسبه شده و در جدول ۴-۱۳ آورده شده است.

جدول ۴-۱۳ مقدار سودمندی و تأسف

R	S	
۰,۱۳۵۰۰۳	۰,۶۰۶۳۰۲	A
۰,۰۴۱۴۷۸	۰,۰۷۲۸۵۵	B
۰,۱۵۷	۰,۷۲۷۰۶۴	C
۰,۱۱۷۵۸۵	۰,۸۰۲۴۴۳	D

سپس با استفاده از رابطه (۳-۱۳)، شاخص ویکور (Q) برای هر گزینه محاسبه شده و در جدول ۴-۱۴ نمایش داده شده است.

جدول ۴-۱۴ مقدار شاخص ویکور

Q	
۰,۷۷۰۳۷۲	A
.	B
۰,۹۴۸۳۴۱	C
۰,۸۲۹۴۰۴	D

در گام پایانی از تکنیک ویکور، گزینه‌ها براساس مقادیر Q, R, S در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. بهترین گزینه آن است که کوچک‌ترین Q را داشته باشد به شرط آنکه دو شرط بیان شده در فصول قبلی برقرار باشد، یعنی طبق جدول ۴-۱۵:

جدول ۴-۱۵ رتبه‌بندی براساس شاخص‌های مختلف

رتبه‌بندی براساس R	R	رتبه‌بندی براساس S	S	رتبه‌بندی براساس Q	Q	شاخص‌ها گزینه‌ها (پیمانکاران)
۳	۰,۱۳۵۰۰۳	۲	۰,۶۰۶۳۰۲	۲	۰,۷۷۰۳۷۲	A
۱	۰,۰۴۱۴۷۸	۱	۰,۰۷۲۸۵۵	۱	.	B
۴	۰,۱۵۷	۳	۰,۷۲۷۰۶۴	۴	۰,۹۴۸۳۴۱	C
۲	۰,۱۱۷۵۸۵	۴	۰,۸۰۲۴۴۳	۳	۰,۸۲۹۴۰۴	D

همان‌طور که مشخص است براساس شاخص ویکور، گزینه B و A به ترتیب دارای رتبه‌ی اول و دوم می‌باشند.

و طبق رابطه (۳-۱۵)، چون:

$$Q(A) - Q(B) > \frac{1}{4-3}$$

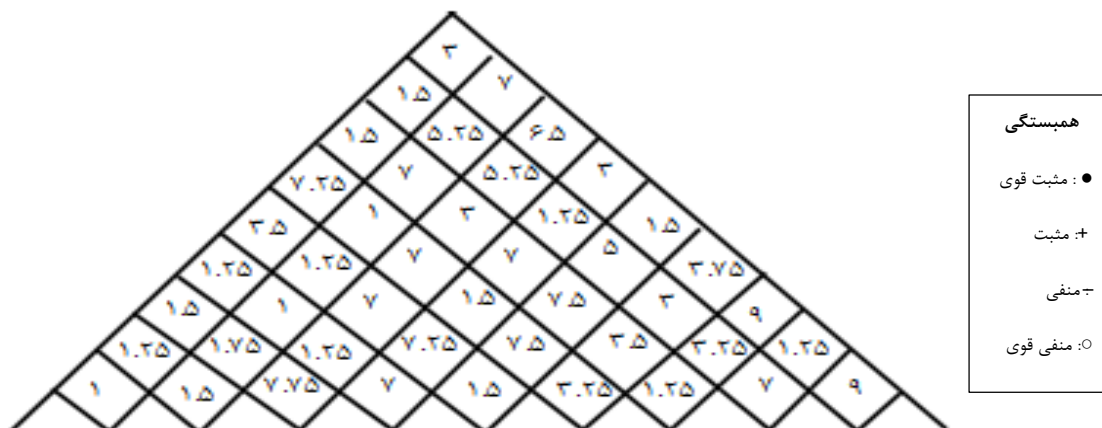
$$۰٫۷۷۰۳۷۲ > ۰٫۳۳۳$$

در نتیجه، شرط اول برقرار است. پس شرط دوم بررسی می‌شود.

چون گزینه برتر از لحاظ شاخص ویکور (B)، در حداقل یکی از رتبه‌بندی‌های S و R هم گزینه‌ی برتر بوده،

شرط دوم نیز برقرار است و گزینه B به‌عنوان گزینه برتر معرفی شده است.

شکل ۴-۱ شکل کامل شده‌ی خانه کیفیت برای پژوهش حاضر را نمایش می‌دهد.



مشخصات فنی (Hows)	مالی	ارتباطات	توان فنی و مدیریتی	تجربه	عملکرد گذشته	کیفیت کاری	سلامت و ایمنی	حجم کار فعلی	شهرت	رعایت قوانین زیست‌محیطی	وزن مطلق what ها	وزن نرمال شده what ها
انتظارات مشتری (Whats)												
هزینه ساخت	۴,۵۲	۲,۲۵	۲,۲۵	۳,۵	۲,۵	۳	۲,۵	۱,۲۵	۲,۷۵	۲,۲۵	۳	۰,۱۸۵
کیفیت ساخت	۲,۷۵	۱,۵	۳,۵	۳,۵	۳,۵	۵	۳,۲۵	۲,۷۵	۳,۷۵	۴,۲۵	۲,۵	۰,۱۵۴
برنامه کاری	۱,۷۵	۱,۵	۳,۷۵	۳,۷۵	۳	۴	۲,۲۵	۳,۲۵	۲,۲۵	۲	۲	۰,۱۲۳
الزامات زیست‌محیطی	۲,۵	۱,۵	۲	۲,۲۵	۳,۷۵	۳,۲۵	۵	۱,۵	۲,۷۵	۵	۴,۵	۰,۲۷۷
انتظارات زیست-محیطی	۲,۷۵	۱,۷۵	۲,۲۵	۲,۷۵	۴	۳,۷۵	۴,۲۵	۱	۳,۵	۴,۲۵	۴,۲۵	۰,۲۶۱
جمع کل										۱۶,۲۵	۱	
وزن و اهمیت how ها (W_j)	۲,۸۸۱	۱,۷۰۴	۲,۵۵۸	۲,۸۰۴	۳,۴۵۳	۳,۶۹۶	۳,۷۳۴	۱,۷۳۱	۳,۰۳۸	۳,۸۱۱	۲۹,۴۱	
وزن‌های جزئی (W_j^*)	۵۵,۴۵۹۲۵	۴۷,۲۸۶	۱۰۶,۱۵۷	۱۰۹,۳۵۶	۱۱۹,۱۲۸۵	۱۲۹,۳۶	۱۵۶,۸۲۸	۶۹,۲۴	۱۲۶,۰۷۷	۱۷۱,۴۹۵	۱۰۹۰,۳۸۶۷۵	
وزن نرمال شده show ها (NW_j^*)	۰,۰۵۱	۰,۰۴۳	۰,۰۹۷	۰,۱	۰,۱۰۹	۰,۱۱۹	۰,۱۴۴	۰,۰۶۴	۰,۱۱۶	۰,۱۵۷	۱	

شکل ۴-۱ تصویر کامل شده‌ی خانه کیفیت تحقیق حاضر

۳-۴ جمع‌بندی

در این فصل با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از خبرگان و مطالعات کتابخانه‌ای، مرحله‌به‌مرحله، خانه کیفیت تکمیل و نهایی شده است. در گام اول لیست نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان تهیه شد و در گام دوم اهمیت و وزن آن‌ها به‌دست‌آمده و رتبه‌بندی شدند. سپس در گام بعدی، معیارهای عمومی پیمانکاران (مشخصه‌های مهندسی) شناسایی شده و در مرحله‌ی بعد، از طریق خانه کیفیت، نیازمندی‌ها و انتظارات با معیارهای عمومی پیمانکاران مرتبط شدند. بعد از آن در گام پنجم، همبستگی بین مشخصه‌ها تعیین شده و در گام ششم، وزن معیارها از تلفیق ماتریس روابط و همبستگی میان مشخصه‌ها به دست آمد و سپس، براساس این وزن‌ها، این معیارها رتبه‌بندی شدند. در پایان این مرحله، خانه کیفیت کامل شد که تصویر کلی آن در شکل ۴-۱ آورده شده است. و در گام آخر، با استفاده از روش ویکور، پیمانکاران رتبه‌بندی و بهترین آن‌ها انتخاب شد.

فصل پنجم:

نتیجہ گیری، بحث و پیشنهادات

۵-۱ مقدمه

در فصل اول تحقیق، ابتدا به بیان موضوع در مورد پژوهش و تبیین اهمیت و ضرورت آن پرداخته شد. سپس در ادامه سؤالات، اهداف، قلمرو، تشریح واژه‌های کلیدی و ساختار کلی پایان‌نامه مورد اشاره گردید.

در فصل دوم به بررسی مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش پرداخته شد. بدین ترتیب که در ابتدا به شرح مبسوط روش QFD پرداخته شده و سپس ارکان اصلی پروژه‌های عمرانی و مراحل اجرایی پژوهش بیان شده است. و در ادامه تاریخچه‌ای از تکنیک «گسترش کارکرد کیفیت»، ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمان‌سازی و روش ویکور آورده شده است.

در فصل سوم روش تحقیق مورد استفاده در این پایان‌نامه مورد بررسی قرار گرفته و در طی آن روش تحقیق، جامعه آماری، حجم نمونه، ابزارهای گردآوری اطلاعات و همچنین مراحل گام روش اجرایی پژوهش به تفصیل تشریح گردید.

در فصل چهارم با استفاده از داده‌های گردآوری شده از مصاحبات، به بررسی و تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود پرداخته شد و سپس با تشکیل خانه کیفیت و درج مراحل تکمیلی آن، نتایج حاصله از ماتریس مذکور استخراج گردید.

یکی از تفاوت‌های محتوایی تجزیه و تحلیل داده‌ها و فصل نتیجه‌گیری و ارائه‌ی پیشنهادات در کارهای تحقیقاتی آن است که برخلاف فصل تجزیه و تحلیل که خواننده در میان انبوهی از اعداد و ارقام و تکنیک‌های آماری تنها گزارد می‌شود، در فصل نتیجه‌گیری و پیشنهادات، بخش عمده‌ای از این ابهامات رفع شده و خواننده، مقصود را با بیانی ساده، روان و غیر فنی درمی‌یابد. در نگارش این فصل سعی بر آن شده که یافته‌ها و پیشنهادات تحقیق تا حد امکان با بیانی ساده به رشته‌ی تحریر درآید، تا خوانندگان و مدیران محترم

بتوانند از این یافته‌ها نهایت استفاده را نمایند. در این فصل خلاصه‌ای از نتایج تحقیق ذکر خواهید گردید و پس‌از آن، نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادهایی در خصوص پژوهش حاضر برای تحقیقات آتی، مطرح خواهد گردید.

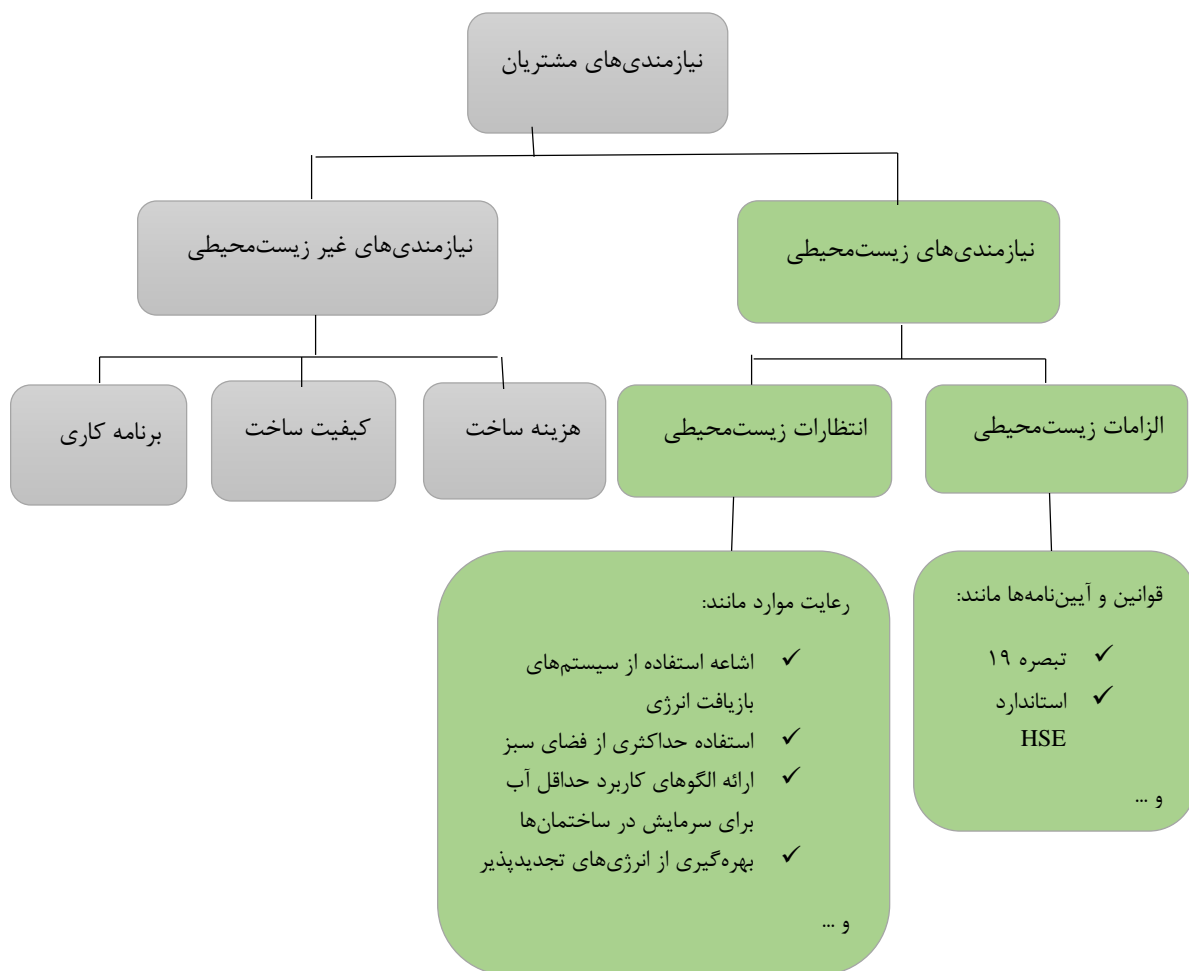
۲-۵ بحث و نتیجه‌گیری

اجرای QFD یک فرآیند پیچیده و زمان‌بر است که مستلزم درک مفاهیم بسیار زیاد، جمع‌آوری حجم بالایی از اطلاعات و انجام محاسبات بسیاری است. قطعاً یک تفسیر کامل و عملیاتی از فرآیند QFD منجر به تسهیل کاربردهای آن می‌شود.

درآمیختن تکنیک ویکور با QFD برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران ساختمان‌سازی با تأکید و توجه بر معیارهای زیست‌محیطی نیز به‌نوبه‌ی خود نکته‌ی جدیدی بود که در این تحقیق به آن توجه شد.

به‌طور کلی یافته‌ها و نتایج نهایی این پژوهش را می‌توان بدین گونه بیان کرد:

در پاسخ به سؤال تحقیق «چه نیازهای زیست‌محیطی از نظر مشتریان برای انتخاب پیمانکاران ساختمان‌سازی وجود دارد و وزن و اهمیت آن‌ها چگونه است؟» همان‌گونه که عنوان شد و در شکل ۵-۱ نشان داده شده است، نیازمندی‌های زیست‌محیطی مشتریان این حوزه، به دو دسته اصلی قابل تقسیم است. شامل الزامات و قوانین زیست‌محیطی و انتظارات زیست‌محیطی. پس از محاسبات صورت گرفته برای تعیین اهمیت نهایی و رتبه‌بندی آن‌ها، مهم‌ترین نیازمندی مشخص شد. اوزان حاصله نشان می‌دهد که در بین این نیازمندی‌ها، الزامات زیست‌محیطی دارای بیشترین درجه‌ی اهمیت می‌باشد. لذا شرکت‌های پیمانکاری در این حوزه، بایستی در اعمال و تقویت این عوامل در پیمانکاران، توجه کافی داشته باشند.



شکل ۵-۱ تقسیم‌بندی نیازمندی‌های مشتریان

در پاسخ به سؤال «چه معیارهایی (زیست‌محیطی و غیر زیست‌محیطی) از نظر خبرگان حوزه‌ی ساختمان- سازی در ارزیابی پیمانکاران این حوزه اهمیت دارد؟» می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که با توجه به نظرات صاحب‌نظران، نیازمندی‌های مشتری به مشخصه‌های مهندسی (معیارهای پیمانکاران) تبدیل شد، سپس به محاسبه‌ی اهمیت نهایی آن‌ها پرداخته شد. براساس اوزان به‌دست‌آمده برای مشخصه‌های مهندسی، سه مشخصه‌ی مهم به ترتیب، رعایت قوانین زیست‌محیطی، سلامت و ایمنی و کیفیت کاری بوده و کم‌اهمیت‌ترین مشخصه، ارتباطات می‌باشد.

در پاسخ به سؤال سوم تحقیق «چگونه می‌توان با تلفیق تکنیک‌های گسترش کارکرد کیفیت (QFD) و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)، پیمانکاران حوزه ساختمان‌سازی را ارزیابی و انتخاب نمود؟» بدین ترتیب است که با توجه به نتایج اهمیت نیازمندی‌های مشتریان و مشخصه‌های مهندسی، چهار پیمانکار ساختمانی ارزیابی شدند و با استفاده از روش ویکور، که یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، پیمانکاران رتبه‌بندی شده و بهترین آن‌ها انتخاب شد.

روش QFD، تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا نیازمندی‌های سودمندتر و مهم‌تر مشتری را شناسایی کنند. در اینجا با توجه به نتایج می‌توان مشاهده کرد که شرکت‌های پیمانکاری، باید نیازمندی‌های مشتریان (انتظارات زیست‌محیطی) را تقویت کنند تا بتوانند موفق‌تر عمل کنند.

۳-۵ پیشنهادات

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، برای ارزیابی نتایج و تکمیل موضوع در تحقیقات آینده، پیشنهادهای در دو بخش ارائه می‌شود؛ در بخش اول، پیشنهادات کاربردی بیان می‌شوند که در آن، نتایج حاصل ماتریس روابط و وزن‌های حاصله بررسی و تحلیل می‌شوند. و در بخش دوم، برای بهتر شدن و تکمیل موضوع تحقیق، پیشنهادهای برای تحقیقات آتی ارائه می‌شود.

۱-۳-۵ پیشنهادات کاربردی

✓ با توجه به اهمیت و وزن نیازمندی‌ها و انتظارات مشتریان، مشخص شد که از بین پنج مورد منتخب، «الزامات زیست‌محیطی» با وزن ۰,۲۷۷، مهم‌ترین نیازمندی و پس‌از آن، «انتظارات زیست‌محیطی» با وزن ۰,۲۶۱، در جایگاه دوم قرار گرفت. همان‌طور که در فصول قبل بیان شد، الزامات زیست-

محیطی، همان قوانین و مقررات زیست محیطی مربوط به حوزه‌ی ساخت و ساز می‌باشد. طبق یافته‌های این تحقیق، مهم‌ترین ملاک مدنظر مشتری (مثلاً کارفرما)، الزامات زیست محیطی و انتظارات زیست محیطی می‌باشند. بنابراین، پیمانکاران یا شرکت‌های پیمانکاری این حوزه، برای جلب مشتری، باید این موارد را تقویت کرده و مدنظر داشته باشند.

✓ با توجه به ماتریس روابط (که ارتباط میان نیازمندی‌های مشتری و مشخصه‌های مهندسی یا همان ویژگی‌های پیمانکاران را نشان می‌دهد) و رتبه‌ی نیازمندی‌های مشتریان، نتایج زیر به دست می‌آید:

۱- الزامات زیست محیطی با بالاترین رتبه، بیشترین ارتباط را با مشخصه‌ی «سلامت و ایمنی» و «رعایت قوانین زیست محیطی» دارد، پس تقویت این دو مشخصه در پیمانکاران، باعث ارضای هرچه بیشتر نیازمندی مذکور می‌شود.

۲- انتظارات زیست محیطی نیز با رتبه‌ی دوم در میان نیازمندی‌ها، همانند الزامات زیست محیطی، بیشترین ارتباط را با مشخصه‌ی «سلامت و ایمنی» و «رعایت قوانین زیست محیطی» دارد، در نتیجه برای ارضای این نیاز نیز باید این دو مشخصه در پیمانکاران تقویت شود.

همچنین با توجه به میزان همبستگی مشخصه‌های مهندسی، مشخص می‌شود که این دو مشخصه بیشترین ارتباط را با سایر مشخصه‌ها دارند.

۵-۳-۲ پیشنهادات برای تحقیقات آتی

با توجه به حجم قابل ملاحظه‌ی سرمایه‌های دولتی و خصوصی، که هر ساله به پروژه‌های عمرانی اختصاص می‌یابد و در نظر گرفتن این نکته که قسمت عمده‌ی بودجه پروژه‌های عمرانی، صرف هزینه‌های اجرایی شده و دستیابی به اهداف تعیین شده رابطه‌ی مستقیمی با پیمانکار ذیربط خواهد داشت، همچنین از آنجایی که اولین قدم در شروع عملیات اجرایی هر پروژه عمرانی، مسئله‌ی انتخاب پیمانکار می‌باشد، لزوم انجام تحقیقات

بیشتر در این زمینه احساس می‌شود. براساس مطالعات و بررسی‌های به‌عمل‌آمده، موارد زیر جهت ادامه‌ی این تحقیق پیشنهاد می‌گردد:

۱- به‌کارگیری «گسترش عملکرد کیفیت» در حوزه‌های وابسته به صنعت ساختمانی علی‌الخصوص حوزه‌ی زنجیره‌ی تأمین و ساخت ساختمان سبز با تأثیر دادن نظر مشتریان در طراحی آن.

۲- بررسی و به‌کارگیری «گسترش عملکرد کیفیت» در محیط فازی.

۳- دخالت دادن فاکتورهای دیگر در خانه کیفیت همچون نرخ بهبود، نقطه فروش و... در مسئله «گسترش عملکرد کیفیت» در محیط فازی و غیرفازی که می‌تواند موضوعات مطالعات جدید باشد.

۴- مدل‌سازی خانه کیفیت با هدف ماکزیمم کردن سطح رضایت مشتریان به‌طوری‌که ضرایب تابع هدف، ضرایب محدودیت‌ها و یا هر دو به‌صورت فازی بیان شده باشد.

۵- بررسی روش‌های مختلف کاهش قیمت تمام‌شده‌ی ساخت ساختمان‌های سازگار با محیط‌زیست در داخل کشور.

۶- به‌کارگیری خانه کیفیت برای تک‌تک محصولات که در ساختمان باعث حفظ انرژی می‌شوند از جمله در و پنجره‌های دوجداره و...

۷- تأثیر دادن زیرمعیارها و موارد جزئی‌تر معیارهای همین تحقیق در نیازمندی‌ها و مشخصه‌های مهندسی برای وضوح و درک بیشتر موضوع.

منابع

- ۱- اصغرپور، م. (۱۳۷۸)، "تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره"، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۱۲۳.
- ۲- اصغری زاده ع. و نصراللهی م. (۱۳۸۷) "شناسایی و تعیین وزن شاخص‌های مؤثر در انتخاب پیمانکاران پروژه‌های عمرانی" پژوهش‌های مدیریت عمومی، شماره ۲، ص ۱۰۵-۱۲۲.
- ۳- آقاباقری م.، کاظم خانلو ح. و شریفی تبار ح. (۱۳۸۹) "ارزیابی پیمانکاران با شاخص‌های داخلی و انتخاب با مدل تحلیل Grey" دومین همایش بین‌المللی ارتقای توان داخلی با رویکرد توسعه نظام پیمانکاری، تهران، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف.
- ۴- آیین‌نامه سازمان مدیریت برنامه‌ریزی کشور (۱۳۷۸)، آیین‌نامه طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران.
- ۵- آیین‌نامه طبقه‌بندی و تشخیص صلاحیت پیمانکاران، (اردیبهشت‌ماه ۸۶). مصوب ۱۳-۴۸/ت ۲۳۲۵۱ ه مورخ ۸۱/۱۲/۱۱ با اعمال آخرین اصلاحات، معاونت امور فنی دفتر امور مشاوران و پیمانکاران.
- ۶- بیدی، ع. (۱۳۸۶)، "معیارهای واگذاری قرارداد به پیمانکاران در پروژه‌های عمرانی"، کنفرانس ملی توسعه نظام اجرایی پروژه‌های عمرانی صنعتی شهری، تهران، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف.
- ۷- پاشاشریفی، ح. و طالقانی، ن. (۱۳۷۹)، "روش‌های تحقیق در علوم تربیتی و رفتاری" چاپ هشتم. انتشارات رشد، تهران، ص ۲۰۱.

- ۸- رایبسون، د. و گارات، ک. (۱۳۷۸)، "اخلاق: قدم اول" ترجمه: عبدلآبادی ع. انتشارات شیرازه، تهران، ص ۳۰۳.
- ۹- رضایی، ک. و هوشیار، م. (۱۳۸۸)، "QFD رویکردی مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول"، انتشارات امیرکبیر، تهران، ص ۱۲۱.
- ۱۰- رضاییان، ع. (۱۳۷۸)، "تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم"، انتشارات سمت، تهران، ص ۸۵.
- ۱۱- فداکار، ش. (۱۳۸۷)، "ارزیابی و انتخاب پیمانکاران"، ماهنامه صنعت خودرو، شماره ۲.
- ۱۲- فیض رهنمون، ک. (۱۳۷۴)، "متره و برآورد" انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ص ۵۴.
- ۱۳- کرامتی، م. و وکیلی، م. (۱۳۸۹)، "استفاده از تکنیک Sir در راستای بررسی معیارها و روش های انتخاب پیمانکاران"، ششمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران، گروه پژوهشی صنعتی آریانا.
- ۱۴- کیا، ح. و جهان، ع. (۱۳۹۲)، "انتخاب پیمانکاران همگام با محیط زیست در صنعت ساختمان، چالش ها و فرصت ها"، اولین کنفرانس ملی خدمات شهری و محیط زیست، مشهد، شهرداری مشهد.
- ۱۵- عباسی، ا.، عباسیان جهرمی، ح. و نوروزیان، ف. (۱۳۹۵)، "شناسایی معیارهای انتخاب پیمانکاران جزء در شرکت های پیمانکاری ساختمانی با رویکرد نوین استفاده از مدل کانو"، نشریه علمی-پژوهشی مهندسی ساخت و سازه، انجمن مهندسی سازه ایران، شماره ۳، دوره ۴: ص ۱۹-۲۹.
- ۱۶- عباس نیا، ر.، افشار، ع. و اشتهاوردیان، ا. (۱۳۸۴)، "روشی نوین در ارزیابی پیش صلاحیت پیمانکاران"، مجله بین المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران، شماره ۴، دوره ۶: صفحه ۱۰.
- ۱۷- نهنوندی، ن. و نوروزی، ا. (۱۳۹۰)، "ارزیابی پیمانکاران با کمک روش های چندمعیاره فازی دارای روابط مستقل و وابسته (مطالعه موردی: پیمانکاران راهبری شرکت قطارهای مسافری رجا)"، پژوهش - نامه حمل و نقل، پاییز ۱۳۹۰، شماره ۳. دوره ۸: ص ۳۰۳-۳۲۱.

۱۸- زارعی نژاد، م. و حجتی، م. (۱۳۹۳)، "روشی جدید برای وزن دهی به خواسته‌های مشتریان و اولویت‌بندی مشخصه‌های فنی محصول با رویکرد QFD فازی"، مجله مهندسی صنایع و مدیریت شریف، شماره ۱/۱، دوره ۱-۳۰: ص ۱۳۷-۱۵۰.

۱۹- بهنیا، ا. و اثنی عشری، ا. (۱۳۹۵). "ارزیابی کیفی و انتخاب پیمانکار با توجه به اهداف پروژه"، اولین کنفرانس بین‌المللی و سومین کنفرانس مدیریت ساخت و پروژه، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

۲۰- قدوسی، پ.، منیرعباسی آ.، زهرایی، س. (۱۳۹۶)، "ارائه الگویی بهینه برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران صنعت ساخت‌وساز از دیدگاه بهداشت، ایمنی و محیط زیست"، مجله علمی پژوهشی شریف، شماره ۲/۴، دوره ۲/۳۳، ص ۱۲۹-۱۲۱.

۲۱- محمدفام، ا.، کیانفر، ع. و طاهری، ف. (۱۳۸۹)، "ارائه متدی برای تعیین شرکت‌های پیمانکاری ایمن با استفاده از روش‌های یکسان‌سازی پروفایل کارایی فازی هر ورودی و تحلیل سلسله مراتبی"، فصل نامه سلامت و کار ایران، شماره ۱، دوره ۸.

۲۲- محمودی، ش.، نصیری، پ. و محمدفام، ا. (۱۳۹۵)، "ارائه الگویی برای انتخاب پیمانکاران از دیدگاه HSE"، مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، شماره ۳، دوره ۳: ص ۹-۱۵.

1. Ahmed, SM, Sang LP, Torbica ZM. (2003). "Use of quality function deployment in civil engineering capital project planning". *Journal of Construction Engineering and Management*. 129(4), 358–68.
2. Akao, Y. (1997). "QFD: Past, Present and future". *International Symposium on QFD*.
3. Akao, Y., Mizono, S. (1994). "QFD: the Customer Driven Approach to Quality Planning and Deployment". Asian Productivity Organization.
4. Akao, Y., "Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements Into Product Design", Cambridge, MA, Productivity Press (1990).

5. Ahari, R. M., & Niaki, S. T. A. (2014). "Contractor Selection in Gas Well-drilling Projects with Quality Evaluation Using Neuro-fuzzy Networks". *IERI Procedia*, 10, 274-279
6. Amiri, M. & Jahani, S. (2011). "Application of IDEA/AHP for Supplier evaluation and Selection", *Industrial Management Journal of Tehran University*, 2(5): 5-22. (in Persian)
7. Arditi, D, Lee, D. (2010). "Assessing the corporate service quality performance of design-build contractors using quality function deployment". *Construction Management and Economics*. 21,175-185.
8. Azadi, M., & Farzipoor Saen, R. (2013). "A combination of QFD and imprecise DEA with enhanced Russell graph measure: A case study in healthcare ". *Socio- Economic Planning Sciences*, 76(4); 281-291.
9. Chau, C. K. Sing, W. L. and Leung, T. M. (2003). "An analysis on the HVAC maintenance contractors selection process" *Building and Environment*, Vol.38, PP. 583-591.
10. Chai, J., Liu, J.N.K., Ngai, E.W.T. (2013). "Application of decision-making techniques in supplier selection: a systematic review of literature". *Expert Systems with Applications*, 40 (10): 3872–3885.
11. Chen, L.H., Weng, M.C. (2006). "A fuzzy model for exploiting quality function deployment". *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 38, pp. 559-570.
12. Chen, T.Y., Wang, H.P., Lu, Y. Y. (2011a). "A multicriteria group decision-making approach based on interval-valued intuitionist fuzzy sets: a comparative perspective". *Expert Systems with Applications*, 38 (6): 7647–7658.
13. Chen, Y., Fung, R., Tang, J. (2006). "Rating technical attributes in fuzzy QFD by integrating fuzzy weighted average method and fuzzy expected value operator", *European Journal of Operational Research*, Vol. 174, pp.1553–1566.
14. Dikmen, I, Birgonul, M.T., Kiziltas, Semiha (2005). "Strategic use of quality function deployment (QFD) in the construction industry". *Building and Environment*.40, 245–255.
15. Drew, D. and Skitmore, R. (1993). "Prequalification and C-competitiveness" *Omega*, Vol.21, No.3, PP.363 -375.

16. Farzinpoor Saen, R. (2010). *"Developing a new data envelopment analysis methodology for supplier selection in the presence of both undesirable outputs and imprecise data"*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 51 (9–12): 1243–1250.
17. Ferreira, L. & Borenstein, D. (2012). *" A fuzzy-Bayesian model for supplier selection"*, Expert Systems with Applications, 39 (9): 7434–7844.
18. Fricker A. *"The ethics of enough"*. Future 2002; 34: 427-433.
19. Gargione, LA. (1999). *" Using quality function deployment (QFD) in the design phase of an apartment construction project "*.University of California, Berkeley.
20. Guneri, A.F., Ertay, T. & Yücel, A., (2011). *"An approach based on ANFIS input selection and modeling for supplier selection problem"*. Expert Systems with Applications, 38 (12): 14907–14917.
21. Hatush Z, Skitmore M. *"Criteria for contractor selection"*. Construction Management and Economics 1997; 15(1):1938, pp (1-49).
22. Hauser, J.R. Clausing, D. (1988). *"The house of quality"*. Harvard Business Review, pp. 63–73.
23. H. Doloi, *"Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success"*, Constr. Manage. Econ. 27 (12) (2009) 1245–1263.
24. Hosseini Nasab H, & Mirghani Ghamsarian M. (2016). *" A fuzzy multiple-criteria decision-making model for contractor prequalification"*. Journal of Decision Systems. 24:4, 433-448.
25. Hatush Z, Skitmore M. *"Criteria for contractor selection"*.Construction Management and Economics 1997; 15(1):1938, pp (1-49).
26. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C. (1993). *"A conceptual alternative to current tendering practice"* Building Research and Information, Vol. 21, No. 3, PP. 167-172.
27. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C. (1994a). *"Evaluating performance potential in the selection of construction contractors"* Engineering Construction and Architectural Management, Vol. 1, No. I. PP. 29- 50.

28. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C. (1995a). *"Applying multi-attribute analysis to contractor selection decisions"* European Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 1, No. 3, PP. 139-148.
29. Holt, G. D. (1996). *"Applying cluster analysis to contractor classification"* Building and Environment, Vol. 31, No. 6, PP. 557-568.
30. Holt, G. D. (1998). *"Which contractor selection methodology"* International Journal of Project Management, Vol. 16, No. 3, PP. 153-164.
31. Huovila, P., Lakka, A., Laurikka, P., Vainio, M. (1997). *"Involvement of customer requirements in building design"*. Alarcon L, editor. Lean construction. 403–16.
32. Ibadov, N., 2015. *"Contractor selection for construction project with the use of fuzzy preference relation"*. Procedia engineerinf, 111, pp.317-323.
33. Jaskowski, P., Biruk, S., Bucon, R. (2010) *"Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment"*, Automation in Construction, No. 19, pp. 120–126.
34. Jasmine Siu Lee Lam, Xiwen Bai. (2016). *"A quality function deployment approach to improve maritime supply chain resilience"* Transportation Research Part E.
35. Jiuping Xu, Yuan Wang, Zhimiao Tao. (2013). *"Rough approximation based strategy model between a green building developer and a contractor under a fuzzy environment"*. Knowledge-Based Systems.46.54-68.
36. Kamara, JM. Anumba, CJ.Evbuomwan, FO. (2000). *"Computer-based application for the processing of clients' requirements"*. Journal of Computing in Civil Engineering. 14(4), 264–71.
37. Kog, F., & Yaman, H., 2014. *"A metaclassification and analysis of contractor selection and prequalification"*. Procedia Engineering, 85, pp.302-310.
38. Kumaraswamy, M. M. (1996). *"Contractor evaluation and selection: a Hong Kong perspective"* Building and Environment, Vol. 31, No. 3, PP. 273-282.
39. Lambropoulos, S., *"The use of time and cost utility for construction contract award under European Union Legislation"*. Building and Environment, 2007. 42p. 452–463.

40. Lee, C.C., Ouyang, C. (2009). "A neural networks approach for forecasting the supplier's bid prices in supplier selection negotiation process". *Expert Systems with Applications*, 36 (2): 2961–2970.
41. Lin, H. T. (2010). "Personnel selection using analytic network process and fuzzy data envelopment analysis approaches", *Computers & Industrial Engineering*, 59: 937–944.
42. Liu, Y., & Zhou, J., & Chen, Y. (2014). "Using Fuzzy Non-linear Regression to Identify the Degree of Compensation among Customer Requirements in QFD". *Neurocomputing*.
43. Afshara, M.R, Alipouria, Y, Sebta, M.H, Weng, T.Ch, (2017). "A type-2 fuzzy set model for contractor prequalification". *Automation in Construction*.
44. Mallon, JC, Mulligan, DE. (1993). "Quality function deployment—a system for meeting customers' needs". *Journal of Construction Engineering and Management*. 119(3), 516–31.
45. Marzouk. M, El Kherbawy.A, Khalifa.M. (2013). "Factors influencing sub-contractors selection in construction projects", *HBRC* 9, PP (150-158).
46. Yazdani, M. Prasenjit, Ch., Kazimieras Zavadskas, E., Hashemkhani Zolfani, S. (2016). "Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection". *Journal of Cleaner Production*. 1-13.
47. Opricovic, S. (1998). "Multi-criteria optimization of civil engineering systems". Belgrade: Faculty of Civil Engineering. vol.15.250-282
48. Opricovic, S. and Tzeng, G.-H. (2002). "Multicriteria planning of post earthquakesustainable reconstruction". *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. vol.17. 211–220.
49. Elsayah, O., Gupta, N. Zhang, B. (2013). "Ranking of the Main Criteria for Contractor Selection Procedures on Major Construction Projects in Libya Using the Delphi Method". *International Journal of Mechanical and Industrial Engineering* Vol: 7, No: 12.
50. Pheng, LS, Yeap, L. (2001). "(Quality function deployment in design/build projects". *Journal of Architectural Engineering* .7(2):30–9.

51. P. Fong, S. Choi, "Final contractor selection using the analytic hierarchy process", *Constr. Manage. Econ.* 18 (5) (2000) 547–557.
52. Robins, F., 2006. "The challenge of TBL: a responsibility to whom? ". *Business and Society Review* 111, 1e14.
53. Russell, J., & Skibniewski, M. J., 1990. Qualifier-1: "contractor prequalification model". *Journal of Computing in Civil Engineering*, 4(1), pp.62-70
54. Russell, J. S., (1990). "Model for owner prequalification of contractors." *Journal of Management in Engineering*, Vol.6, No.1, PP.59-75.
55. Russell, J. S. and Skibniewski, M. J. (1990a). "QUALIFIER-1: contractor prequalification model." *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol.4, No.1, PP.77-90.
56. Russell, J. S., Skibniewski, M. J. and Cozier, D. R. (1990b). "QUALIFIER-2: knowledge based system for contractor prequalification." *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.116, No.1, PP. 155-169.
57. Russell J.S. and Skibniewski M.J. (1988). "Decision criteria in contractor prequalification". *Journal of Management in Engineering*, 4(2), 148-164.
58. Seager Meriaux Anna & Hansson, Bengt, "selection of contractor Evaluation of bids", Dept. of construction management, school of civil engineering, Inuduniversity, 1995.
59. Sevkli, M., (2010). "An application of the fuzzy ELECTRE method for supplier selection", *International Journal of Production Research*, 48 (12): 3393–3405.
60. Serpell, A, Wagner, R. (1997). "Application of quality function deployment (QFD) to the determination of the design characteristics of building" apartments Alarcon L, editor. *Lean construction*. Rotterdam: Balkema, 355–63.
61. Shahin Mokhlesian. (2014). "How Do Contractors Select Suppliers for Greener Construction Projects? The Case of Three Swedish Companies". *Sustainability*.6, 4133-4151.
62. Taylor, T. R., Sturgill, R. E., McDowell, M., Deep, A., and Goodrum, P. M. (2014). "Contractor Evaluations in the Contractor Selection Process".
63. Tseng, M., (2011). "Green supply chain management with linguistic preferences and incomplete information", *Appl. Soft Comput. J.* 11 (8): 4894–4903.

64. Wong, B. L. William, & Blandford, Ann. (2004). "*Information handling in dynamic decision making environments*". In Proceedings of ECCE-12, the 52th European Conference on Cognitive Ergonomics 2004, Living and Working with Technology (pp. Accepted for publication). York: European Association of Cognitive Ergonomics, pp (1-6).
65. Yang, K. (2008). "*Voice of the customer capture and analysis: The McGraw-Hill companies*".
66. Yasamis, F., Arditi, D., & Mohammadi, J. (2002). "*Assessing contractor quality performance*". Construction Management & Economics, 20(3), 211-223.
67. Yu, M., Goh, M., & Lin, H. (2012). "*Fuzzy multi-objective vendor selection under lean procurement*". European Journal of Operational Research, 219(2): 305–311.
68. Zeleny. M., (1982), "*Multiple Criteria Decision Making*", McGraw-Hill, New York, pp .1-20.
69. Zarei. M, Fakhrzad M.B, Jamali Paghale. M. (2011). "*Food supply chain leanness using a developed QFD model*". Journal of Food Engineering.25-33.

Abstract

The volume of construction activities is considered as the fundamental indices of growth and development. Each year, thousands of billion Rials of our national capitals, either directly or indirectly, spends in the public and private sectors on Country's construction and infrastructure. In any construction projects, the greatest amount of investment is accomplished in the implementation phase. One of the main causes of loss of funds and failure in construction projects is unjustly appointing contractors. In this regard, the proper introduction and selection of contractors in construction projects is considered as a fundamental solution so as to avoid wasting national resources. In this study, customers' needs and expectation, criteria and specifications of contractors were first determined using literature and interviews with experts. The statistical sample of this research was snowball method. It consists of 5 faculty members of Ferdowsi University of Mashhad and 10 contractors in Tehran. The data were analyzed using the house of quality and the method of the VIKOR. Finally, observance of the environmental and health rules and safety of the highest rank and the communications received the lowest rating.

Keywords: contractor- green selection- VIKOR- house of quality.



University of Technology Shahrood

Faculty of Industrial Engineering and Management
M.Sc. Thesis in Industrial Management

Evaluating And Selecting Building Contractors With Emphasis On Environmental Criteria Based On The QFD Approach

By: Sanaz Shahrokhi Dolatkhaneh

Supervisor:
Dr. Seyed Mohammad Hasan Hoseini

January 2019