فصلنامه علمی پژوهشی
دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت
سال نهم / شماره ۳۳/ بهار ۱۳۹۹

مدلسازی ساختاری تفسیری ارتقاء عملکرد مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی در بخش ساختمان درایران(مورد مطالعه: صنعت ساختمان)

حامد صادقی ملک آبادی
گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
زین العابدین امینی سابق
گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران (نویسنده مسئول)
drsajadamini@yahoo.com
مسعود قربان حسینی
گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران
احسان ساده
گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، واحد ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، ساوه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۱۲

چکیده

هدف این تحقیق بررسی و سطح بندی روابط مولفه های تاثیرگذار بر استفاده مهندسی ارزش در صنعت ساختمان ایران است. برای جمع آوری داده های لازم جهت شناسایی مولفه‌ها از پرسشنامه محقق ساخته استفاده شد. روایی و پایایی پرسشنامه مورد بررسی محاسباتی و تایید تیم خبرگان صنعت ساختمان ایران قرار گرفت. در این تحقیق علاوه بر مهندسی ارزش، از الزامات مدیریت ریسک پروژه و طبیعت (ماهیت) پروژه در مدل مفهومی استفاده شد که باعث ارتقای عملکرد کارگاه‌های مهندسی ارزش گردید. جهت سطح بندی روابط مولفه ها از روش مدلسازی ساختاری تفسیری استفاده شد. براساس مدل ساختاری تفسیری، مولفه‌های «توصیه‌های اعضای تخصصی تیم مهندسی ارزش»، «میزان صرفه جویی»، «بازگشت سرمایه»، «رضایت رهبر تیم مهندسی ارزش از نتایج مهندسی ارزش» در بالاترین سطح قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: مدلسازی ساختاری تفسیری؛ مهندسی ارزش؛ پروژه های عمرانی؛ صنعت ساختمان.

۱- مقدمه

مهندسی ارزش یک شیوه نظام‌مند برای دست‌یابی به هدف‌های پروژه می‌باشد. این فرایند با ارزیابی هدف‌های پروژه و چگونگی رسیدن به آن‌ها انجام می‌شود. مهندسی ارزش تلاش می‌کند با بهبود طراحی ضمن کاهش هزینه‌ها و زمان، ارزش محصولات مورد نظر را افزایش دهد و هدف آن در پروژه‌های عمرانی و ساختمانی حداکثرسازی کارآیی و اثربخشی است. بنابراین وجود همه این عوامل منتج به این خواهد شد که ما هزینه‌های خود را تا حد ممکن کنترل کنیم. که در این راستا می‌توان به استفاده از مهندسی ارزش به‌عنوان یک ابزار توانمند و قابل‌اتکا اشاره کرد. ازآنجاکه اجرای پروژه‌های عمرانی و ساختمانی معمولاً مستلزم صرف هزینه‌های زیاد بوده وتوام با پیچیدگی زیاد در طراحی و اجرا می‌باشد و عوامل زیادی در فرآیند طراحی اجرا و بهره‌برداری از آن‌ها دخیل می‌باشند لذا دارای پتانسیل بالایی برای صرفه‌جویی هستند، دانش مهندسی ارزش به همین منظور و به هدف بهینه‌سازی نتایج حاصل از پروژه‌های صنعت ساختمان توسعه‌یافته است. نگاهی جدید به مهندسی ارزش با ویژگی‌های فوق می‌تواند موجب تحول چشمگیر در فرآیند برنامه‌ریزی پروژه‌های ساختمانی و دسترسی به اهداف پروژه با هزینه کمتر و کیفیت بالاتر گردد.

طی دهه‌های اخیر تحولات زیادی در فرآیند مدیریت پروژه‌های ساختمانی ایجادشده است و تحولات در این شاخه از علم مدیریت، دستاوردهای زیادی را برای مدیران پروژه‌های عمرانی و ساختمانی به ارمغان آورده است. همچنین ظهور و به‌کارگیری سایر رویکردهای نوین، موجب افزایش بهره‌وری و ارتقاء سطح کیفی پروژه‌ها گردیده است. علی‌رغم این تحولات گسترده و ابزارهای مختلفی که درروند اجرای مدیریت پروژه‌های ساختمانی به کار گرفته‌شده است، درروند اجرایی پروژه‌های مختلف به‌ویژه پروژه‌های عمرانی بزرگ مشکلات زیادی وجود دارد. بروز چنین مشکلاتی نه‌تنها موجب اختلال درروند اجرای پروژه‌ها و نیز کاهش کیفیت و قابلیت‌های طرح‌ها می‌شود، بلکه موجب اتلاف منابع به‌ویژه منابع مالی می‌گردد و درنهایت ادامه پروژه را با بحران جدی مواجه می‌سازد.

مهندسی ارزش روش نسبتاً شناخته‌شده و مقبول در بخش صنعت ساختمان و یک فرایند سازمان‌دهی شده با پیشینه‌ای مؤثر در بهبود ارزش و کیفیت است، فرایند مهندسی ارزش فرصت‌هایی را برای حذف هزینه‌های غیرضروری با حفظ کیفیت، قابلیت اطمینان، کارایی و سایر موضوعات مطلوب مشتری مشخص می‌کند. پیشرفت‌ها نتیجه توصیه‌هایی هستند که گروه‌های مختلف متخصص ارائه می‌کند و شامل کلیه طرف‌های درگیر است، مهندسی ارزش تلاش جدی و سیستماتیک برای بهبود ارزش و بهینه کردن هزینه چرخه حیات یک تسهیلات است، مهندسی ارزش بدون قربانی کردن سطح لازم عملکرد باعث بهبود این هزینه‌ها می‌شود. از آنجا که اجرای به موقع و بدون تاخیر پروژه های عمرانی شاخصی برای ارزیابی موفق بودن یا نبودن این پروژه ها است، به کارگیری روشی که مانع از ایجاد تغییر در این پروژه ها و بهینه کردن هزینه های آن گردد ضروری به نظر می رسد.

تحقیقات نشان داده است که انجام مطالعات مهندسی ارزش در فازهای مختلف پروژه به خصوص در مقاطعی که بایستی تصمیم استراتژیک در مورد پروژه گرفته شود، می تواند به میزان زیادی در نحوه اجرای پروژه تأثیر گذار باشد. در نهایت استفاده از تکنیک مهندسی ارزش و تلفیق آن با علم مدیریت شاخص ارزش پروژه های عمرانی را افزایش می دهد. از طرف دیگر موفقیت مهندسی ارزش به فاکتورهای متعددی همچون اجرای برنامه کاری مهندسی ارزش ، شخصیت رهبر تیم مهندس ارزش، برنامه مهندسی ارزش و روابط درون تیم طراحی، طبیعت پروژه و ... بستگی دارد. (پالمر و همکاران،۱۹۹۶)

اگر چه موفقیت مهندسی ارزش بستگی زیادی به این عوامل و سایر عوامل مشابه دارد اما این کوته بینی است که موفقیت عملکردی فرآیند مهندسی ارزش را که نوعا می‌تواند منجر به مزایای متعددی برای پروژه شود صرفا به شاخص های محدودی مرتبط کرد و لذا بحث و بررسی عملکرد فرآیند مهندسی ارزش یک پروژه و ارتقای سطح آن می تواند بیش از پیش مساله ای مهم و چالش برانگیز باشد.

چن[1] و همکاران (2010) در تحقیقی با عنوان ارزیابی عملکرد کلی از کارگاه های مهندسی ارزش برای پروژه های ساختمانی، بیان می‌دارند که موفقیت یک کارگاه مهندسی ارزش بستگی به عوامل مرتبط متعدد است. متاسفانه، برخی از این عوامل توسط تیم کارگاه مهندسی ارزش نادیده گرفته شده است. این مطالعه با اعمال تحلیل عاملی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[2] به تجزیه و تحلیل پرسشنامه توزیع شده به مشارکت کنندگان باتجربه مهندسی ارزش است. مدل ارزیابی عملکرد کارگاه مهندسی ارزش بر اساس داده های جمع آوری شده است. مدل پیشنهادی برای ارزیابی دو کارگاه مهندسی ارزش از یک پروژه ساخت و ساز برای نشان دادن سودمندی آن در ارزیابی عملکرد استفاده شده است. (چن و همکاران، ۲۰۱۰)

در این مقاله به بررسی رفع این شکاف تحقیقی در جهت ارایه مدل مناسبی برای ارتقا سطح عملکرد مهندسی ارزش با درنظرگیری عوامل و شاخص های تاثیر گذار هستیم و به دنبال ارائه یک مدل ارتقاء عملکرد مهندسی ارزش که شاخص ها و عوامل تاثیر گذار را بطور کامل و جامع در پروژه‌های عمرانی بخش ساختمان در ایران پوشش دهد هستیم.

۲- مبانی نظری ومروری بر پیشینه پژوهش

بسیاری از شرکت‌ها و مؤسسات از مهندسی ارزش برای دست یافتن به هدف مستمر بهبود تصمیم‌گیری به شکلی مؤثر استفاده کرده‌اند. در عصر رقابتی فعلی، افزایش پیوسته هزینه‌های اجرایی و توسعه روزافزون فناوری، حذف آن بخش از هزینه‌ها را که نقشی در ارتقای کیفیت ندارند و ازلحاظ اجرایی نیز غیرضروری می‌باشند، الزامی ساخته است. (دل ایزولا[۳]، ۱۹۹۷)

در این بین مهندسی ارزش یک عملکرد سازمان‌دهی شده منطقی و دانش فنی است که به دنبال حذف هزینه‌های غیرضروری و افزایش ارزش بیشتر برای پروژه‌هاست. با توجه به اینکه تکمیل به‌موقع و با کیفیت کار، یکی از مهمترین فاکتورهای کاهش هزینه های پروژه های عمرانی است. استفاده از روش مناسب برای جلوگیری از افزایش هزینه‌های غیر ضروری و افزایش کیفیت پروژه که در نهایت منجر به اتمام به موقع آن می گردد، ضروری و لازم است. (کازاز[۴] و همکاران، ۲۰۰۵)

همچنین بهبود مصالح، کنترل کیفیت ساختمان و تغییر دائمی هزینه‌ها را که ناشی از تورم است، باعث ایجاد نیاز مبرم برای کاهش هزینه ها و استفاده از مواد به صورت موثر می‌شود و طراحان را مجبور می‌کند تا مبانی بهتری را برای طراحی در نظر بگیرند. (کوگا[۵]، ۱۹۹۶)

مهندسی ارزش مجموعه‌ای از تکنیک‌ها و روش‌هاست، که با نگرش سیستمی ضمن شناسایی کارکردهای اصلی و فرعی یک محصول یا خدمت، ارزش هر کارکرد را نیز نزد مشتری مورد توجه و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. همچنین به عنوان یک ابزار مدیریتی در تعیین بهترین روش ایجاد این کارکرد به مدیریت پروژه کمک می‌کند.

امیگبودون[۶] در تحقیقی با عنوان (مهندسی ارزش و بهینه‌سازی پروژه های ساختمانی) بررسی نحوه ارزش گذاری مهندسی ارزش در روند طراحی پروژه‌های ساختمانی می‌پردازد و با ترکیب مهندسی ارزش و روش های بهینه سازی هزینه های اجرای پروژه را به حداقل می‌رساند. (اومیگبوند[۷]، ۲۰۰۱)

تحقیقات نشان داده است که انجام مطالعات مهندسی ارزش در فازهای مختلف پروژه به‌خصوص در مقاطعی که بایستی تصمیم استراتژیک در مورد پروژه گرفته شود، می‌تواند به میزان زیادی در نحوه اجرای پروژه تأثیرگذار باشد. درنهایت استفاده از تکنیک مهندسی ارزش و تلفیق آن با علم مدیریت شاخص ارزش پروژه‌های عمرانی را افزایش می‌دهد. (چانگ و چن[۸]، ۲۰۰۴)

آذر و احمدی (۱۳۹۴) در تحقیقی با عنوان طراحی مدل استقرار مهندسی ارزش با رویکرد ISM ، بیان می‌دارند که ۱۱ عامل دارای تاثیر بیشتری در استقرار مهندسی ارزش هستند، و در این میان عامل «شفافیت کارفرما در اعلام خواسته ها و انتظارات و تعیین محدودیت ها» جزء عوامل نفوذ گذار و مهم محسوب می شود. همچنین عوامل «انتخاب محدوده مشخص برای استقرار مهندسی ارزش» و «حمایت مدیریت سازمان» نیز جزء عوامل مهم و نفوذ گذار بر سایر عوامل شناسایی شده اند. نتایج نهایی پژوهش نشان دهنده ی مدل چهار سطحی مهندسی ارزش است که می‌تواند توسط مدیران شرکت جهت استقرار مهندسی ارزش بکار گرفته شود. (آذر و همکاران، ۱۳۹۴)

مداح (۱۳۹۲) در تحقیقی با عنوان بررسی نقش ابعاد مهندسی ارزش بر بهبود عملکرد کارکنان آموزش و پرورش کازرون در سال ۱۳۹۱، بیان می دارد که به کمک دو بعد توصیف رایج از مهندسی ارزش و رفع موانع موجود در آن می توان تغییرات ایجاد شده در بهبود عملکرد کارکنان را تا حدودی کمی (یعنی ۴ درصد) پیش بینی نمود و هر چه به مهندسی ارزش در سازمان توجه بیشتری گردد میزان بهبود عملکرد نیز افزایش می یابد.

کلانی (۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان آسیب‌شناسی موانع کاربرد مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی در ایران و رتبه بندی موانع با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ، بیان می‌دارد که یافته‌های این تحقیق عبارتند از: شناسایی و رتبه بندی موانع توسعه کاربرد مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی کشور به روش تحلیل سلسله مراتبی، دسته بندی کاربران مهندسی ارزش از نظر زمینه فعالیت آنها در بخش عمران، میزان تحصیلات آنها، سابقه فعالیت آنها در بخش عمران. و در نهایت به این نتیجه رسید که، بکارگیری تکنیک مهندسی ارزش در کلیه پروژه‌ها (بخصوص پروژه های عمرانی) وانجام کارها بصورت گروهی بسیار ضروری است.

کیفیت طراحی ساختمان تاثیر بسزایی در افزایش ارزش ساختمان دارد و کارفرمایان سعی در افزایش ارزش ساختمان از طریق بهبود طراحی دارند برای نیل به این هدف دو روش

پیش روی هر کارفرماست. روش نخست، انتخاب مشاور با صلاحیت برای طراحی و واگذاری مسئولیت طراحی به آن و روش دوم، تولید گزینه های متعدد طراحی، از طریق روش هایی همچون مهندسی ارزش است. روش دوم، تولید گزینه های بهتر را با توجه به نیازهای خاص کارفرما و با تمرکز بر حلقه های مفقوده ارزش و تفکر گروهی امکان پذیر می کند. ضمنا روش دوم با تعدد گزینه های پیشنهادی، نیازمند تعریف معیارهای ارزیابی گزینه هاست. نظری و همکاران در تحقیق خود با عنوان کاربرد مهندسی ارزش در بهبود طراحی پروژه های ساختمانی، معیارهای: صرفه جویی در انرژی، قابلیت دسترسی، تامین خواسته های کارفرما، کارایی پلان، پایداری، ایمنی، زیبایی، عملکرد انسانی، توسعه پذیری، اجرایی بودن طرح، هزینه ی اولیه، هزینه دوره عمر، محیط زیست، و استفاده بهینه از زمین را با استفاده از مهندسی ارزش مورد بررسی قرار دادند و اعتبار و اولویت معیارها را مشخص کردند.

۳- چارچوب نظری تحقیق

۳-۱- مهندسی ارزش

روش شناخته شده و مقبول در بخش صنعت و یک فرآیند سازماندهی شده با پیشینه‌ای موثر در بهبود ارزش و کیفیت است، فرایند مهندسی ارزش فرصت هایی را برای حذف هزینه‌های غیرضروری با حفظ کیفیت، قابلیت اطمینان، کارایی و سایر موضوعات مطلوب مشتری مشخص می‌کند. پیشرفت ها نتیجه توصیه هایی هستند که گروه‌های مختلف متخصص ارائه می‌کنند و شامل کلیه طرف‌های درگیر است. مهندسی ارزش تلاشی جدی و سیستماتیک برای بهبود ارزش و بهینه کردن هزینه چرخه حیات یک تسهیلات است. مهندسی ارزش، بدون قربانی کردن سطح لازم عملکرد، باعث بهبود این هزینه‌ها می‌شود. بسیاری از شرکت‌ها و موسسات از مهندسی ارزش برای دست یافتن به هدف مستمر بهبود تصمیم گیری شکل موثر استفاده کرده اند. همچنین مهندسی ارزش بر بهینه کردن تصمیم‌گیری در عوض کاهش هزینه‌های غیرضروری به عنوان هدف نخست تاکید دارد. (دل ایزولا، ۱۹۹۷)

۳-۲- مراحل مهندسی ارزش

با دریافت اطلاعات پروژه، ورودی مورد نیاز مهندسی ارزش فراهم شده و پیش از انجام آن، راه‌حل‌ها و گزینه‌های جایگزین به عنوان خروجی مهندسی ارزش به منظور کاهش هزینه و ارتقای کیفیت پروژه یا محصول ارایه می‌گردد.

فرآیند مهندسی ارزش در قالب سه مرحله عمده انجام می‌شود که به ترتیب عبارتند از:

۱) مرحله پیش‌مطالعه
۲) مرحله مطالعه اصلی
۳) مرحله پس‌مطالعه (مطالعه تکمیلی).

هر یک از این سه مرحله به فازها یا فعالیت‌های مهمی تقسیم می‌شوند که در اینجا به صورت خلاصه ارایه خواهند شد. (پوررضا و همکاران, ۱۳۹۲)

۳-۲-۱- مرحله پیش‌مطالعه

در فعالیت‌های این بخش تیم هماهنگ‌کننده مهندسی ارزش با پروژه آشنا می‌شود. و با توجه به‌اندازه و نوع پروژه هماهنگی‌های لازم را برای کارگاه مهندسی ارزش مهیا می‌کند. سپس با توجه به تخصص‌های موردنیاز اعضای تیم مهندسی ارزش مشخص‌شده، و ساختار برنامه کلی با توصیه‌های مشاوره طراحی کارگاه مهندسی ارزش در نظر گرفته می‌شود. با جمع‌آوری اطلاعات واقعی مربوط به ناحیه مطالعاتی پیشنهادی، اطلاعات کامل پروژه برای آنالیز ارزش مشخص‌شده و مرزهای شروع و پایان محدوده مطالعات تا جایی که امکان دارد به سمت هر چه دقیق‌تر شدن مطالعات سوق پیدا می‌کند. تیم راهبری مهندسی ارزش برنامه زمانی کارگاه اولیه را مشخص می‌کند. با مشورت اعضای تیم تخصصی مهندسی ارزش، ترکیب کامل از ذینفعان پروژه در نظر گرفته می‌شود. با تشکیل یک جلسه یک‌روزه، مبانی مطالعه شامل، هدف پروژه، هدف مطالعات مهندسی ارزش، انتظارات کارفرما از مهندسی ارزش، ذینفعان طرح و معیارهای ارزیابی کیفی مشخص می‌شود. نتایج این مرحله به‌صورت یک گزارش، جمع‌بندی و تکمیل می‌گردد که شامل خروجی‌های تمام فعالیت‌های این مرحله است. و ورودی مرحله مطالعه محسوب می‌شود. این گزارش چند روز قبل از کارگاه مطالعه اصلی مهندسی ارزش به اعضای نهایی تیم مهندسی ارزش تحویل می‌گردد تا فرصت کافی برای مطالعه و آمادگی اعضای تیم مهندسی ارزش وجود داشته باشد. (قلی پور و بیرقی, ۱۳۸۳)

۳-۲-۲- مرحله مطالعه اصلی

در این مرحله گام‌های عملیاتی پیاده‌سازی متدولوژی ارزش به‌صورت حرفه‌ای و منسجم مشخص می‌گردد. رهبر تیم مهندسی ارزش با توجه به محدوده مطالعه و رشته‌های فنی و تخصصی صنعت ساختمان افراد گروه را تعیین کرده، و برای شرکت در کارگاه مهندسی ارزش اطلاعات لازم را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد.

مرحله مطالعه اصلی شامل ۶ فاز است.

۳-۲-۲-۱- فاز اطلاعات

به‌طور خلاصه هدف فاز اطلاعات کامل کردن مجموعه اطلاعاتی است که در مرحله پیش مطالعه گردآوری‌شده است. و همچنین در این فاز معیارهای ارزیابی کیفی پروژه نیز مشخص می‌شود.

۳-۲-۲-۲- فاز تحلیل کارکرد

در پروژه‌های ساختمانی اهداف این فاز به‌صورت زیر تبیین می‌گردد.

- تبدیل اجزا پروژه به کارکردها
- تجزیه‌وتحلیل و انتخاب نواحی پر پتانسیل جهت بهبود
- افزایش درک تیم مطالعاتی از پروژه و آماده‌سازی آن‌ها جهت پردازش ایده‌های مناسب
- تعریف کارکردهای بخش‌های مختلف فرایندهای اجرایی و بخش‌های مختلف ساختمان
- بررسی کارکردهای مشخص‌شده در کارگاه‌های مهندسی ارزش و شناسایی فرایندهای بهبودپذیر
- دسته‌بندی کارکردها و فرایندها، برحسب اولویت و ضرورت

سپس با استفاده از تخصص اعضای تیم مهندسی ارزش و نمودار فست[9] در چارچوب *مدل‌سازی اطلاعات ساختمان*[10]، اطلاعات پروژه شامل، ابعاد، هزینه، زمان و ریسک با یکدیگر ترکیب‌شده و تحلیل‌های مختلف مهندسی ارزش صورت می‌گیرد.

۳-۲-۲-۳- فاز خلاقیت

هدف از این فاز تولید ایده‌های عملیاتی برای فرایندهای اجرایی پروژه های ساختمانی می‌باشد. اعضای تیم مهندسی ارزش در کارگاه‌های ویژه تخصصی مهندسی ارزش، با استفاده از دانش و تجربه خود و ابزارهای مدلسازی اطلاعات ساختمان ایده‌های جدیدی ارائه می‌دهند.

۳-۲-۲-۴- فاز خلاقیت

در این فاز ایده های تولید شده در مرحله قبل مورد ارزیابی اعضای تیم مهندسی ارزش قرار می‌گیرد. و همچنین با مشارکت اعضای تیم مهندسی ارزش، و استفاده از مدلسازی اطلاعات ساختمان نحوه اجرای ایده ها شبیه سازی شده و قابلیت اجرای آن مشخص می‌گردد.

۳-۲-۲-۵- فاز توسعه

هدف از این فاز توسعه و ترکیب بهترین گزینه‌ها برای بهبود ارزش است. در این راستا با استفاده از تکنیک مختلف، مدلسازی اطلاعات ساختمان و ترکیب ابعاد مختلف پروژه (مکان، زمان، هزینه و ریسک)، نتایج مورد بررسی بیشتر قرار می‌گیرند تا گزینه‌های مناسب انتخاب شده در مرحله قبلی در صورت قابل توسعه بودن توسعه داده شود.

۳-۲-۲-۶- فاز ارائه

مهندسی ارزش از معدود برنامه هایی است که مدیران می‌توانند به وسیله آن در هزینه های مختلف صرفه‌جویی کنند. در فاز ارائه اعضای تیم مهندسی ارزش نتایج مطالعات خود را به صورت شفاهی و کتبی در کارگاه مهندسی ارزش ارائه می‌دهند. و برای هر بخش از تحقیقات خود نرخ بازگشت سرمایه[11] و صرفه‌جویی صورت گرفته به واسطه مهندسی ارزش را بیان می‌کنند.

۳-۲-۳- مرحله پس مطالعه

تیم مهندسی ارزش در جلسات نهایی کارگاه مهندسی ارزش با همکاری اعضای تیم مهندسی ارزش به مرور و ارزشیابی کامل همه توصیه های مهندسی ارزش در پروژه پرداخته و نتایج را به کارفرما تحویل می‌دهد. کارفرما نیز نتایج را برای گروه بازبینی مهندسی ارزش می‌فرستد. بعد از بررسی های لازم نسبت به اجرای تحقیقات انجام شده توسط مدیریت ارشد اقدام می‌شود. (کریمی, ۱۳۹۵)

۳-۳- معیارهای ارزیابی عملکرد مهندسی ارزش در مدل مفهومی تحقیق

با مطالعه جامع ادبیات موضوع در مورد مهندسی ارزش و صنعت ساختمان در ایران و با مشورت خبرگان و اساتید فعال در این حوزه عوامل زیر برای بررسی نهایی انتخاب شد.

۳-۳-۱- ترکیب و توانمندی تیم مهندسی ارزش

۳-۳-۱-۱- تجربه رهبر کارگاه مهندسی ارزش

تیم مهندسی ارزش برای کسب نتایج مناسب و عملکرد قابل قبول باید دارای رهبری با تجربه باشد. تا اعضا را به خوبی هدایت کند. رهبر تیم مهندسی ارزش با تجربه خود باید تضادها و تعارض بوجود آمده در کارگاه را مدیریت کند و با تصمیمات خود موجب توافق کامل بین اعضا در تمام مراحل کارگاه شود.

۳-۳-۱-۲- سطح حرفه ای اعضای تیم مهندسی ارزش

یکی از نکات مهم در کسب نتایج مطلوب از مهندسی ارزش سطح توانایی و تجربه اعضای تیم مهندسی ارزش است. توانایی و تجربیات اعضای تیم باید همیشه بیشتر از تیم طراحی و مهندسی پروژه باشد. سطح حرفه‌ای اعضا باید متناسب با موضوع اصلی پروژه انتخاب شود.

۳-۳-۲- مشارکت اعضای تیم مهندسی ارزش

۳-۳-۲-۱- ارتباط و هماهنگی بین اعضای تیم مهندسی ارزش

موفقیت کارگاه مهندسی ارزش در اجرای فرآیندهای پیچیده ارتباط و هماهنگی کامل بین اعضای تیم مهندسی ارزش را می طلبد زیر نمودار فست تنها زمانی قابل اجرا خواهد بود، که ایده ها و توصیه ها با همفکری اعضای تیم به اجماع تیمی برسد.

۳-۳-۲-۲- ثبات مشارکت اعضای تیم مهندسی ارزش

کارکرد اصلی یک کارگاه مهندسی ارزش تمرکز بر همکاری بین اعضای تخصصی تیم مهندسی ارزش می‌باشد. ثبات مشارکت اعضا در عملکرد کارگاه تاثیر مستقیم دارد و در نتیجه یک کارگاه تخصصی با ثبات در مشارکت اعضا به اهداف مورد نظر خواهد رسید.

۳-۳-۳- برنامه کاری تیم مهندسی ارزش

۳-۳-۳-۱- شفافیت اهداف تیم مهندسی ارزش

نقطه کلیدی در تلاش سازماندهی شده مهندسی ارزش استفاده از برنامه کاری است. برنامه کاری روش سازمان یافته حل مشکل است که مهندسی ارزش را از دیگر اقدامات کاهش هزینه دیگر تفکیک می‌کند شفافیت اهداف تعیین شده در رسیدن به اهداف پروژه بخش مهمی از برنامه کاری تیم مهندسی ارزش است.

۳-۳-۳-۲- میزان کامل بودن برنامه کاری تیم مهندسی ارزش

برنامه ریزی مناسب برای خدمات مهندسی ارزش چند مرحله را برای یک کارگاه مهندسی ارزش در نظر می گیرد. این برنامه شامل انتخاب گروه، ایجاد برنامه کاری مناسب، هماهنگی های لازم و اجرای کامل مراحل مهندسی ارزش می‌باشد. در نتیجه کامل بودن برنامه کاری منجر به دستیافتن به هدف مهندسی ارزش می‌شود.

۳-۳-۴- رضایت از نتایج مهندسی ارزش

۳-۳-۴-۱- توصیه ها اعضای تخصصی تیم مهندسی ارزش

در اجرای فرآیندهای پروژه، تیم مهندسی ارزش با بکارگیری توصیه‌های اعضای تخصصی خود با کاهش زمان و هزینه موجب پیشرفت در اهداف کارگاه مهندسی ارزش می‌شود. این توصیه ها شامل تعاریف عملکرد، اطلاعات اولیه و هزینه‌ی پیشنهادی می باشد.

۳-۳-۴-۲- میزان صرفه جویی

یکی از نتایج استفاده از مهندسی ارزش صرفه جویی در هزینه های غیر ضروری می‌باشد، به کارگیری مهندسی ارزش در یک پروژه منجر به بهینه سازی هزینه های چرخه عمر، کاهش زمان اجرا، افزایش سود و بهبود کیفیت می شود.

۳-۳-۴-۳- بازگشت سرمایه

در کارگاه مهندسی ارزش، برای ارزیابی عملکرد سرمایه گذاری های انجام شده در فرایندهای مختلف از نرخ بازگشت سرمایه استفاده می‌شود، و برای مقایسه روش های مختلف اجرا یک فرآیند، میزان بازگشت سرمایه هر دو روش مورد بررسی تخصصی قرار می‌گیرد.

۳-۳-۴-۴- رضایت رهبر تیم مهندسی ارزش از نتایج

رهبر تیم مهندسی ارزش، نقش مهمی در پیشرفت کارگاه دارد. رهبر تیم با استفاده از نمودار فست، توضیحات مهم و ضروری را برای پیشرفت کارگاه مهندسی ارزش به اعضای تیم مهندسی ارزش می دهد، تا اعضای تیم درک کاملی از فرایندهای پروژه کسب کنند. و با بحث و گفتگوی ایده های مناسب برای پروژه شناسایی کند. در انتها در صورت رضایت رهبر تیم از نتایج بدست آمده، نتیجه کارگاه در پروژه استفاده خواهد شد.

۳-۴- طبیعت (ماهیت) پروژه

اندازه و نوع پروژه و فشارهای وارد بر پروژه بخش مهمی از هر پروژه ساختمانی می‌باشد. به همین دلیل، پیشنهاد مطالعه مهندسی ارزش، با در نظر گرفتن اندازه طرح یا پروژه و متناسب با برآورد هزینه آن در نظر گرفته می‌شود. در این خصوص با توجه به اندازه و نوع پروژه، تصمیم‌گیری درباره پذیرش یا رد پیشنهاد و انجام مطالعات مهندسی ارزش و محدوده مطالعات مهندسی ارزش مورد بررسی قرار می‌گیرد. از جمله موارد این بخش تعداد پروژه های کوچک و متوسط و بزرگ محموله و همچنین تعداد پروژه‌های طرح شده وابسته به پروژه اصلی در داخل و خارج از پروژه اصلی می‌باشد. (هیومن[۱۲] و همکاران، ۲۰۰۷)

- همچنین مدیریت منابع انسانی و مشکلات پیش بینی نشده، در زمان اجرا پروژه در سازمان های پروژه محور باعث بروز فشارهای زیادی بر پروژه می‌شود، که این فشار بایستی توسط مدیران پروژه مدیریت شود، که شامل موارد زیر می‌باشد.
- میزان عدم قطعیت موجود در پروژه های سازمان.

- فوریت تحویل پروژه در بازه‌ی زمانی مقرر با نتایج مد نظر.
- نیاز به یکپارچگی منابع بین بخش های مختلف پروژه های سازمان. (تورنر و مولرب،۲۰۰۳)

۳-۵- الزامات مدیریت ریسک در پروژه های ساختمانی

ریسک در پروژه، رویدادها یا وضعیتهای ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه موثر می‌باشند. هریک از این رویدادها یا وضعیت ها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. پیامدهای این رویداد ها مستقیماً در زمان، هزینه و کیفیت پروژه موثر می‌باشند. بنابراین شناسایی ریسک و تعیین میزان پیامدهای مثبت و منفی آن بر اهداف پروژه از اهمیت خاصی برخوردار است. (نظری و همکاران، ۱۳۸۷)

۳-۵-۱- برنامه ریزی مدیریت ریسک

ازآنجاکه تعریف ریسک، به‌طور مستقیم در ارتباط با اهداف پروژه است، لازم است پیش از شناسایی ریسک‌ها اهداف تعریف شوند. رهبر تیم مهندسی ارزش با برگزاری کارگاه مهندسی ارزش برنامه‌ریزی مدیریت ریسک به‌مرور اهداف پروژه پرداخته تا اهداف پروژه موردتوافق و تفاهم تمام ذینفعان پروژه به‌صورت مستند قرار گیرد. در این صورت تمامی ذینفعان پروژه به دیدگاه مشترکی در مورد برنامه‌ریزی مدیریت ریسک خواهند رسید و سندی بانام برنامه‌ریزی مدیریت ریسک تهیه و تنظیم‌شده و به تائید تمامی ذینفعان پروژه می‌رسد.

۳-۵-۲- شناسایی ریسک

رهبر تیم مهندسی ارزش بعد از مشخص شدن اهداف پروژه و تشکیل تیم‌های مهندسی ارزش لازم برای پروژه، فرایندهای پروژه را با مشارکت اعضای تیم‌های مهندسی ارزش موردبررسی مجدد قرار می‌دهد. تا با استفاده از ساختار شکست کار، فرایندهای پیچیده و بزرگ تعریف‌شده، به فرایندهای ساده و کوچک‌تر تبدیل شوند. سپس از اعضای تیم‌های مهندسی ارزش خواسته می‌شود تا با استفاده از ساختار شکست به شناسایی ریسک‌های پروژه بپردازند و ریسک‌ها را به تفکیک، منشأ ریسک، ریسک و تأثیر ریسک، در چک‌لیست‌های خود ثبت کند. این واقعیت که برخی از ریسک‌ها را نمی‌توان با توجه به دورنمای فعلی پروژه (ازجمله «ریسک‌های آینده» و «ریسک‌های در حال پیدایش») شناسایی کرد، باعث شده است که عملیات شناسایی ریسک در فواصل زمانی منظم در پروژه تکرار شود (تا ریسک‌هایی که پیش‌تر پنهان بوده‌اند، ولی اکنون قابل‌مشاهده هستند، مشخص شوند).

۳-۵-۳- ارزیابی ریسک

با توجه به نتایج ارزیابی‌های مختلف و شناخت حاصل شده از پروژه، بهترین روش برای ارزیابی احتمال و اثر ریسک، تشکیل جلسات تخصصی به تفکیک هر یک از کارگاه های مهندسی ارزش می‌باشد. پس از شناسایی ریسک های مختلف پروژه توسط تیم مهندسی ارزش لازم است که ریسک ها از نظر کیفی و کمی مورد ارزیابی قرار گیرند با ارائه پیشنهاداتی از طرف تیم تخصصی مهندسی ارزش جزئیات کافی از ریسک شناسایی شده، در کارگاه مهندسی ارزش مطرح می‌شود. تا با همفکری اعضای کارگاه مهندسی ارزش راه‌های مناسب پاسخ به ریسک‌ها جستجو شود. همچنین در فرآیند ارزیابی کیفی سعی می‌شود اولویت بندی ریسک و احتمال بروز ریسک و تاثیر آن در بخش‌های مختلف پروژه مورد بررسی قرار گیرد. سپس با ارزیابی کمی ریسک ها، برنامه‌ریزی زمانی و بودجه مناسب برای مواجهه با ریسک‌های پروژه توسط تیم مهندسی مشخص می‌گردد.

۳-۵-۴- برنامه ریزی واکنش به ریسک

این مرحله به دلیل میزان اثربخشی پاسخ به ریسک دارای اهمیت بالایی در انتخاب پاسخ‌های مناسب می‌باشد، ابتدا کارگاه مهندسی ارزش به بررسی مجدد اطلاعات کسب‌شده تا این مرحله می‌پردازد که به تفکیک شامل موارد زیر است.

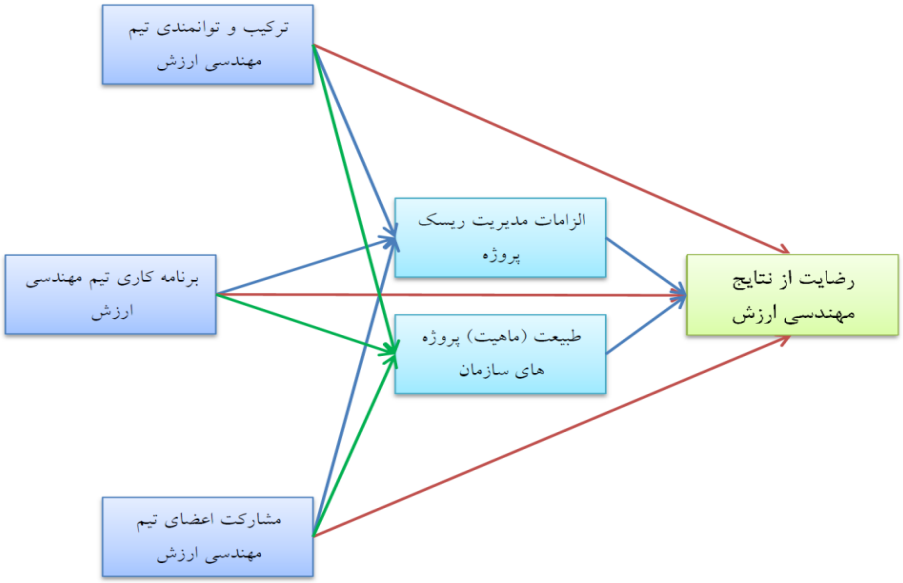
۱) فهرست نهایی ریسک‌های شناسایی‌شده و ارزیابی آن‌ها به‌طوری‌که احتمال وقوع و تأثیر آن‌ها ارزیابی‌شده باشد. (در صورت محدودیت زمانی برای پاسخگویی به ریسک، ابتدا ریسک‌های اولویت‌دار و مهم موردبررسی قرار می‌گیرند.)
۲) فهرست ذینفعان پروژه که می‌توانند به‌عنوان مسئول پاسخگویی به ریسک مطرح شوند.
۳) استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌عنوان توانمند ساز تیم مهندسی ارزش و بررسی ریسک‌ها به‌صورت یکپارچه و تخصصی.

سپس واکنش‌ها و اقدامات لازم مانند استفاده از بیمه‌نامه‌های مختلف و راه‌کارهای مهندسی ارزش و تخصصی دیگر برای پاسخگویی اثربخش به ریسک‌ها انجام می‌گیرد.

۳-۵-۵- کنترل و پیگیری فرآیند مدیریت ریسک

پس از برنامه ریزی واکنش به ریسک، رهبر تیم مهندسی ارزش، با همکاری اعضای تخصصی تیم مهندسی ارزش اقدام به برگزاری کارگاه پایش و کنترل ریسک های پروژه می‌کند. در این کارگاه اقدامات صورت گرفته مورد تحلیل و بررسی قرار

می‌گیرند. تا با اقدامات برنامه ریزی شده وضعیت ریسک‌های در معرض پروژه را تغییر داده و با اطمینان بیشتری امکان دستیابی به اهداف پروژه را فراهم آورند. با روند مستمر پایش و کنترل ریسک های پروژه، تیم مهندسی ارزش در صورت نیاز استراتژی‌های مناسب دیگری را جایگزین استراتژی های قبلی کرده و اصلاحات مورد نیاز در برنامه مدیریت ریسک را انجام می‌دهد.



شکل ۱ - مدل مفهومی تحقیق

۴- ابزار تحقیق

این تحقیق بر اساس هدف کاربردی و به لحاظ ماهیت انجام کار از نوع توصیفی- پیمایشی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق، شامل خبرگان و اساتید دانشگاهی با سابقه در صنعت ساختمان می‌باشد. همچنین برای گردآوری داد ه‌ها جهت شناسایی مولفه‌ها از پرسشنامه محقق ساخته استفاده گردیده است. روایی پرسش نامه ها با بهرهگیری از روش روایی محتوا و برای سنجش پایایی تحقیق از ضریب آلفای کرونباخ که مقدار آن ۰،۸۸ بود، استفاده شده است. روایی محتوا پرسشنامه نشان می‌دهد که ابزار اندازه گیری تا چه حد ویژگی مورد نظر را می‌سنجد. جهت بررسی روایی محتوا از شاخص نسبت روایی محتوا[۱۳] استفاده شد. برای محاسبه این نسبت از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون مورد نظر استفاده می‌شود. که توسط لاوشه[۱۴] مطرح شده است. و با توضیح اهداف آزمون برای آن ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات به آن ها، از آن ها خواسته می شود تا هریک از سؤالات را بر اساس طیف سه بخشی لیکرت «گویه ضروری است»، «گویه مفید است ولی ضروری نیست» و «گویه ضرورتی ندارد» طبقه بندی کنند. سپس بر اساس فرمول زیر، نسبت روایی محتوایی محاسبه می‌شود: (لاوشه ، ۱۹۷۵)

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

جدول ۱- روایی تحقیق - مقدار CVR

مولفه ها	ضرورتی ندارد	مفید، نه ضروری	ضروری	CVR
Item 1	0	1	15	0.88
Item 2	0	1	15	0.88
Item 3	0	1	15	0.88
Item 4	0	0	16	1
Item 5	0	0	16	1
Item 6	0	1	15	0.88
Item 7	0	0	16	1
Item 8	0	1	15	0.88
Item 9	0	0	16	1
Item 10	0	0	16	1
Item 11	0	1	15	0.88
Item 12	0	0	16	1
Item 13	0	1	15	0.88
Item 14	0	1	15	0.88
Item 15	0	0	16	1
Item 16	0	1	15	0.88

در این تحقیق از روش مدلسازی ساختاری تفسیری استفاده شده است. روش "مدلسازی ساختاری تفسیری" یک

فرایند یادگیری تعاملی است. که در آن مجموعه ای از عناصر تحقیق در قالب یک مدل سیستماتیک جامع ساختاردهی می‌شوند. این روش انتخاب مناسبی برای مقابله با موضوعات پیچیده، به خصوص در زمان بهره گیری از تفکر نظام مند و منطقی می‌باشد.

روش مدلسازی ساختاری تفسیری مدل‌های ذهنی مبهم و ضعیف را به مدل‌های شفاف و خوب تعریف شده تبدیل می‌کند که در بسیاری از اهداف سودمند هستند. اساس این روش به این صورت است که ابتدا عوامل مورد مطالعه از مرور ادبیات تحقیق به دست می‌آید و سپس روابط بین آنها از طریق نظر خبرگان مورد بررسی قرار می‌گیرد. (کومار[15] و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲ - فهرست نهایی مولفه‌ها

ردیف	مولفه‌ها
1	تجربه رهبر کارگاه مهندسی ارزش
2	توصیه های اعضای تخصصی تیم مهندسی ارزش
3	طبیعت (ماهیت) پروژه
4	سطح حرفه ای اعضای تیم مهندسی ارزش
5	برنامه ریزی مدیریت ریسک
6	شناسایی ریسک
7	میزان صرفه جویی
8	شفافیت اهداف تیم مهندسی ارزش
9	ارزیابی ریسک
10	بازگشت سرمایه
11	برنامه ریزی واکنش به ریسک
12	رضایت رهبر تیم مهندسی ارزش از نتایج
13	ارتباط و هماهنگی بین اعضای تیم مهندسی ارزش
14	کنترل و پیگیری فرآیند مدیریت ریسک
15	ثبات مشارکت اعضای تیم مهندسی ارزش
16	میزان کامل بودن برنامه کاری تیم مهندسی ارزش

در روش مدلسازی ساختاری تفسیری ابتدا با مطالعه جامعه ادبیات موضوع عوامل استخراج می‌شوند. سپس با مشورت خبرگان و اساتید دانشگاهی با سابقه در صنعت ساختمان عوامل تاثیر گذار شناسایی شده و با توجه به شرایط بومی صنعت ساختمان در ایران، مطالعه و غربال شد. و مهمترین فاکتورها برای بررسی نهایی شد.

این رویکرد به تحقیق کمک کرد که عوامل نهایی هم دارای پشتوانه نظری باشند و هم از نظر کاربردی با شرایط خاص صنعت ساختمان، سازگاری داشته باشند. (پناهی فر و همکاران، ۲۰۱۴)

در مرحله بعد فهرست نهایی عوامل، با استفاده از روابط درونی بین آن‌ها از طریق ارزیابی زوجی به صورت ماتریسی طبق نظر ۱۹ نفر از خبرگان و اساتید دانشگاهی با سابقه در صنعت ساختمان ایران تکمیل گردید. برای بررسی ارتباط دودویی این متغیرها از مقیاس زیر کمک گرفته شده است. (بولانوس[16] و همکاران، ۲۰۰۵)

عامل سطر می‌تواند منجر به عامل ستون شود.

۳ : کاملا موثر است، ۲ : موثر است، ۱ : تاثیر ناچیزی دارد و صفر: بی تاثیر است. ماتریس دسترسی اولیه با تعیین روابط به صورت صفر و یک از روی ماتریس به دست آمده در مرحله قبل و طی دو مرحله به دست می‌آید. در مرحله اول ابتدا یک مقیاس عددی واحد در نظر گرفته و اعداد جدول مرحله قبل را با آن مقایسه می‌کنیم. در صورتی که عدد مربوطه در جدول از مقیاس بزرگتر باشد در جدول جدید از عدد یک و در غیر این صورت از صفر استفاده می‌کنیم.

بولانوس و همکارانش برای یافتن عدد مقیاس از فرمول زیر استفاده می کنند

$$m = 2 \times n$$

که در آن n تعداد پاسخ دهندگان به پرسشنامه و m عدد مقیاس می‌باشد که برای این مساله عبارت است از ۳۸.

در مرحله دوم ماتریس به دست آمده در مرحله اول را با ماتریس واحد جمع می‌کنیم تا ماتریس دسترسی اولیه به دست آید. پس از تشکیل ماتریس دسترسی اولیه با دخیل نمودن انتقال پذیری در روابط متغیرها ماتریس دسترسی نهایی تشکیل می‌شود. انتقاد پذیری روابط مفهومی بین متغیرها در مدل سازی ساختاری تفسیری یک فرض مبنایی است. انتقال پذیری بیانگر این است، که در صورتی که متغیر *الف* بر متغیر *ب* تاثیر داشته باشد و متغیر *ب* بر متغیر *پ* تاثیر بگذارد، *الف* بر *پ* نیز تاثیر می‌گذارد. نتایج محاسبات ماتریس دسترسی نهایی مطابق جدول ۵ ارائه گردید. در این ماتریس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر متغیر نیز نشان داده شده است. قدرت نفوذ یک متغیر از جمع تعداد متغیرهای متاثر از آن و خود متغیر به دست می‌آید. اعدادی که در جدول با رنگ پس زمینه سبز نشان داده شده است، اعدادی هستند که در ماتریس دسترسی اولیه صفر بوده و پس از سازگاری تبدیل به یک شده‌اند. (آذر و همکاران، ۱۳۹۷)

جدول ۳- نتایج بدست آمده از پرسشنامه

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱		۴۲	۴۷	۳۹	۴۲	۳۵	۴۹	۴۹	۳۷	۴۰	۳۵	۴۹	۴۹	۳۷	۴۰	۴۸
۲	۳۳		۳۷	۲۹	۲۸	۳۷	۴۱	۲۸	۳۰	۴۳	۲۸	۴۱	۳۵	۳۴	۲۹	۳۵
۳	۲۸	۴۲		۳۱	۳۶	۳۳	۴۳	۳۷	۳۱	۴۹	۳۷	۴۴	۳۳	۳۱	۲۸	۲۸
۴	۴۹	۵۰	۴۰		۴۹	۴۰	۴۵	۵۱	۳۴	۴۵	۳۵	۴۷	۵۰	۳۹	۴۹	۵۱
۵	۳۶	۳۹	۳۶	۳۰		۳۰	۴۴	۳۱	۳۲	۴۲	۳۴	۴۵	۳۲	۳۰	۳۲	۳۵
۶	۳۶	۴۷	۳۷	۳۶	۳۳		۳۹	۳۲	۳۲	۴۳	۳۷	۴۹	۲۸	۳۳	۳۱	۳۲
۷	۳۰	۴۶	۳۰	۳۴	۲۸	۳۱		۲۹	۳۱	۴۸	۳۴	۴۶	۲۸	۲۸	۳۰	۳۷
۸	۴۸	۴۲	۴۸	۴۸	۴۶	۴۴	۴۷		۳۰	۴۱	۳۰	۴۷	۴۳	۵۱	۴۷	۴۴
۹	۳۰	۴۵	۳۱	۳۵	۳۳	۳۶	۴۸	۲۹		۴۹	۳۱	۴۰	۳۱	۲۹	۳۶	۲۸
۱۰	۳۵	۴۶	۳۷	۳۵	۳۰	۳۳	۴۱	۳۴	۳۴		۳۴	۵۰	۳۳	۳۰	۳۴	۳۳
۱۱	۳۴	۴۹	۲۹	۲۹	۳۷	۳۵	۴۴	۳۳	۲۹	۴۲		۴۴	۳۱	۳۰	۳۶	۳۲
۱۲	۳۴	۵۰	۳۶	۳۶	۲۹	۳۴	۴۵	۳۱	۲۸	۴۰	۳۱		۳۱	۳۵	۳۳	۳۰
۱۳	۴۶	۴۳	۴۱	۳۲	۴۱	۴۷	۴۸	۴۰	۴۹	۴۹	۳۲	۴۷		۴۵	۴۶	۴۸
۱۴	۳۲	۴۹	۳۴	۲۹	۲۹	۳۳	۴۵	۲۸	۳۰	۴۳	۳۳	۴۷	۲۸		۳۵	۳۳
۱۵	۵۱	۴۴	۳۲	۴۵	۴۱	۳۹	۴۲	۴۸	۴۹	۳۶	۴۴	۴۰	۳۹			۴۹
۱۶	۴۰	۴۲	۳۹	۳۷	۳۹	۴۶	۳۱	۴۵	۴۰	۴۰	۳۳	۴۱	۴۳	۴۸	۴۴	

ماتریس دسترسی به سطوح مختلف دسته بندی می‌شوند و پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی اشتراک مجموعه ها برای هر یک از مولفه‌ها تعیین خواهد شد از این طریق مجموعه مشترک برای هر مولفه به دست می‌آید مولفه‌هایی که مجموع خروجی و مشترک آنها کاملاً یکسان باشد در بالاترین سطح از سلسله مراتب ساختاری-تفسیری قرار می‌گیرند. جدول ۶ اولین تکرار را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ماتریس دسترسی اولیه

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱
۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱
۳	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۶	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۹	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۴	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۵- ماتریس دسترسی نهایی

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	قدرت نفوذ
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۴
۳	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
۵	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵
۶	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵
۷	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۴
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
۹	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۵
۱۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۴
۱۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵
۱۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۴
۱۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
۱۴	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۵
۱۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۵
میزان وابستگی	۶	۱۶	۷	۶	۷	۷	۱۶	۶	۷	۱۶	۱	۱۶	۶	۷	۶	۶	

همانطور که در جدول ۶ مشخص شده است. مولفه‌های (۲) توصیه ها اعضای تخصصی تیم مهندسی ارزش، (۷) میزان صرفه جویی، (۱۰) بازگشت سرمایه، (۱۲) رضایت رهبر تیم مهندسی ارزش از نتایج در سطح اول قرار می‌گیرند. هنگامی که در اولین تکرار عناصر بالاترین سطح مشخص شد. این عناصر باید از جدول حذف شود. این عمل تا زمانی که سطح تمامی عناصر مشخص شود تکرار می‌شود.

جدول ۷ نشان می‌دهد ، (۳) طبیعت (ماهیت) پروژه، (۵) برنامه ریزی مدیریت ریسک، (۶) شناسایی ریسک، (۹) ارزیابی ریسک، (۱۱) برنامه ریزی واکنش به ریسک، (۱۴) کنترل و پیگیری فرآیند مدیریت ریسک در سطح دوم قرار می‌گیرد.

همچنین جدول ۸ نشان می‌دهد مولفه‌های ۱،۴،۸،۱۳،۱۵،۱۶ در سطح سوم و آخر قرار می‌گیرد.

۵- ترسیم مدل شبکه تعاملات

در این مرحله با توجه به سطوح متغیر ها و ماتریس دسترسی نهایی یک مدل اولیه رسمی و از طریق حذف انتقال پذیری ها در مدل اولیه مدل نهایی به دست می‌آید. مدل نهایی به دست آمده در این پژوهش از سه سطح تشکیل شده است. باید توجه داشت که مولفه‌ای که در سطوح بالاتر قرار دارد از تاثیر گذاری کمتری برخوردار است و بیشتر تحت تاثیر سایر مولفه‌ها می‌باشد. مدل شبکه تعاملات با استفاده از داده های جدول سطح بندی و مولفه ها در شکل ۱ آمده است که مدل ساختاری یا دیاگراف نامیده می شود.

جدول ۶ - اولین تکرار بخش بندی سطوح ماتریس دسترسی نهایی

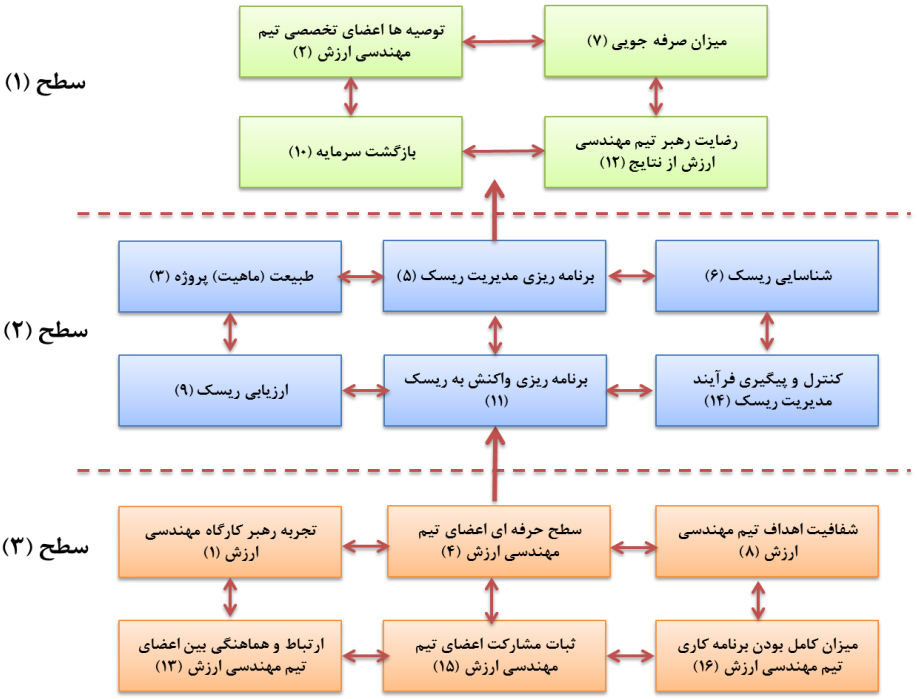
متغیرها	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۲	۲,۷,۱۰,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۲,۷,۱۰,۱۲	۱
۳	۲,۳,۷,۱۰,۱۲	۱,۳,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳	-
۴	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۵	۲,۵,۱۰,۱۲	۱,۴,۵,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۵	-
۶	۲,۶,۷,۱۰,۱۲	۱,۴,۶,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۶	-
۷	۲,۷,۱۰,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۲,۷,۱۰,۱۲	۱
۸	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۹	۲,۷,۹,۱۰,۱۲	۱,۴,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵	۹	-
۱۰	۲,۷,۱۰,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۲,۷,۱۰,۱۲	۱
۱۱	۲,۷,۱۰, ۱۱, ۱۲	۱۱	۱۱	-
۱۲	۲,۷,۱۰,۱۲	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۲,۷,۱۰,۱۲	۱
۱۳	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۱۴	۲,۷,۱۰,۱۲,۱۴	۱,۴,۸,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱۴	-
۱۵	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۱۶	۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۲,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-

جدول ۷ – سطح دوم ماتریس دسترسی نهایی

مولفه ها	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱,۳,۴,۵,۶,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۳	۳	۱,۳,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳	۲
۴	۱,۳,۴,۵,۶,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۵	۵	۱,۴,۵,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۵	۲
۶	۶	۱,۴,۶,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۶	۲
۸	۱,۳,۴,۵,۶,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۹	۹	۱,۴,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵	۹	۲
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۲
۱۳	۱,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۱۴	۱۴	۱,۴,۸,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱۴	۲
۱۵	۱,۳,۴,۵,۶,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-
۱۶	۱,۳,۴,۵,۶,۸,۹,۱۳,۱۴,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	-

جدول ۸ – سطح سوم ماتریس دسترسی نهایی

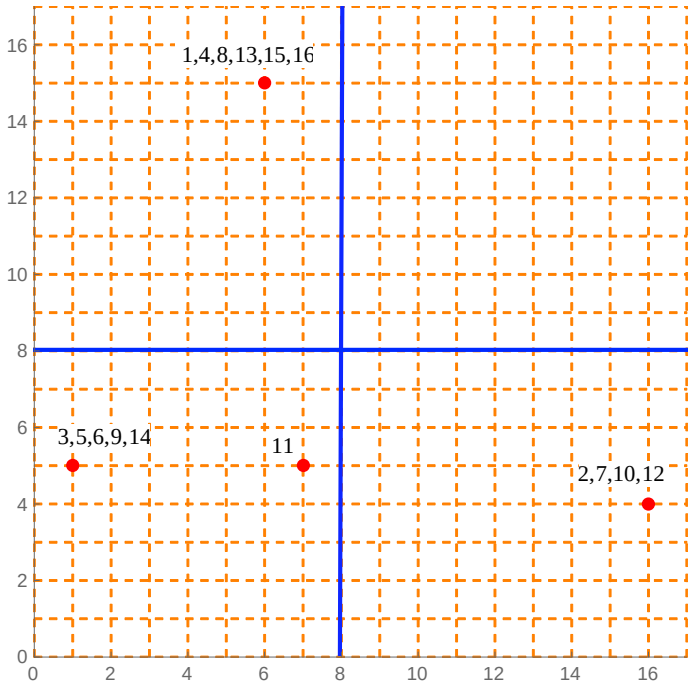
مولفه های	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک	سطح
۱	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳
۴	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳
۸	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳
۱۳	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳
۱۵	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳
۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۱,۴,۸,۱۳,۱۵,۱۶	۳



شکل۲- مدل شبکه تعاملات

۶- تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی

در این گام قدرت نفوذ میزان وابستگی مولفهها استخراج شد که با توجه به قدرت نفوذ و میزان وابستگی در چهار ناحیه تقسیم بندی شدند چهار ناحیه عبارتند از (۱) استقلال، (۲) وابستگی، (۳) ارتباط و (۴) نفوذ. (ساده, ۱۳۹۶)



شکل ۳ - تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی

متغیرهایی که حداقل میزان وابستگی به قدرت نفوذ را به یکدیگر متغیرها داشتند در ناحیه ۱ قرار گرفتند، که آن را ناحیه استقلال گویند. این عناصر تا حدودی از سایر متغیرها مجزا هستند، و ارتباطات کمی دارند. متغیرهایی که میزان وابستگی زیاد و قدرت نفوذ کم به دیگر متغیرها داشتند، در ناحیه ۲ قرار گرفتند، که آن را ناحیه وابستگی نامند. متغیرهایی که قدرت نفوذ زیاد و میزان وابستگی زیاد و در واقع رابطه دو طرفه داشتند، در ناحیه ارتباطات قرار دارند، که آن را ناحیه ۳ نامند. هر گونه تغییری در این نوع متغیرها موجب تغییر سایر متغیرها می‌گردد. در نهایت متغیرهایی که قدرت نفوذ زیاد و وابستگی کمی داشتند، در ناحیه نفوذ قرار می‌گیرند که به ناحیه ۴ معروف است. (ساده, ۱۳۹۶)

۷- بحث و نتیجه گیری

این تحقیق با هدف بررسی ارتقاء عملکرد مهندسی ارزش در صنعت ساختمان ایران انجام شد و در قالب یک مدل ساختاری تفسیری، سه سازه اصلی تحقیق را مورد بررسی قرار داد. در مدل ارائه شده علاوه بر استفاده از مهندسی ارزش که در مدل‌های پیشین توسط پژوهشگران مختلف مورد استفاده قرار گرفته بود، (چن و همکاران، ۲۰۱۰) ،ضرورت الزامات مدیریت ریسک پروژه نیز مورد و بررسی و استفاده قرار گرفت. علاوه بر این طبیعت (ماهیت) پروژه نیز به صورت جداگانه در مدل مفهومی استفاده قرار گرفت. (هیومن و همکاران، ۲۰۰۷)

در ضمن در پیاده سازی مهندسی ارزش از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌عنوان توانمند ساز تیم مهندسی ارزش استفاده شد که در مدل‌های پیشین مورد استفاده قرار نگرفته بود. (دل ایزولا ، ۱۹۹۷)

همچنین با استفاده از مدلسازی ساختاری تفسیری روابط پیچیده بین مولفه های تحقیق به صورت یک مدل سطح بندی شده ترسیم شد. که مدیران در بخش صنعت ساختمان ایران می‌تواند در جهت بهبود عملکرد پروژه های ساختمانی خود از آن استفاده نمایند.

فهرست منابع

* آذر، ع.، احمدی، پ. (۱۳۹۴). طراحی مدل استقرار مهندسی ارزش با رویکرد ISM مورد مطالعه: (شرکت صنعتی آرد ماشین). دومین همایش بین المللی مدیریت و فرهنگ توسعه.
* آذر، ع.، خسروانی، ف.، جلالی، ر.، (۱۳۹۷)، تحقیق در عملیات نرم: رویکردهای ساختاردهی مسئله، تهران: سازمان مدیریت صنعتی.
* پوررضا، م.، ذوالنوریان، م.، عطری، س.، (۱۳۹۲)، آشنایی با مهندسی ارزش، تهران: مرجع دانش مهندسی ارزش ایران.
* ساده، ا.، (۱۳۹۶)، مدلسازی ساختاری تفسیری نقش تعهد به ارزشهای اسلامی در بهبود اخلاق کسب و کار و مسئولیت های اجتماعی شرکتی، پژوهش های اخلاقی، ۸۹-۱۱۶.
* قلی پور، ی.، بیرقی، ح.، (۱۳۸۳)، مبانی مهندسی ارزش، ترمه.
* کریمی، م. (۱۳۹۵)، بهبود بی تردید: آموزش کاربردی مهندسی ارزش، رسا.
* کلانی، ا.، (۱۳۹۰)، آسیبشناسی موانع کاربرد مهندسی ارزش در پروژههای عمرانی در ایران و رتبه بندی موانع با استفاده از روشAHP ، دانشگاه تربیت مدرس.
* Bolanos, R., Nenclares, E., Pastor, P., (2005), Emerald Article: Using interpretive structural modelling in strategic decision-making groups. Management Decision, 877-895.
* Chang, P., Chen, W., (2004), Evaluating the performance of VE study using factor analysis and AHP, Proceedings of SAVE International 44th Annual Conference, 12–15.
* Chen, W., Chang, P., Huang, Y., (2010), Assessing the overall performance of value engineering workshops for construction projects, International Journal of Project Management, 514-527.
* Dell Isola, A., (1997), Value Engineering: Practical Applications...for Design, Construction, Maintenance and Operations, Van Nostrand Reinhold.
* Huemann, M., Keegan, A., Turner, J., (2007), Human resource management in the project-oriented company: A review, International Journal of Project Management, 315-323.
* Kazaz, A., Birgonul, M., Ulubeylia, S., (2005), Cost-based analysis of quality in developing countries: a case study of building projects, Building and Environment, 1356-1365.
* Koga, M., (1996), probability, risk and value engineering in construction, international conference proceeding, save.
* Kumar, D., Palaniappan, M., Kannan, D., Shankar, K., (2014), Analyzing the CSR issues behind the supplier selection process using ISM approach, Resources, Conservation and Recycling, 268-278.
* Lawshe, C., (1975), A quantitative approach to content validity, Personnel Psychology, 563–575.
* Omigbodun, A., (2001), Value Engineering and Optimal Building Projects, Journal of Architectural Engineering, 40-43.

* Palmer, A., Kelly, J., Male, S., (1996), Holistic Appraisal of Value Engineering in Construction in United States, Journal of Construction Engineering and Management, 324–328.
* Panahifar, F., Byrne, P., Heavey, C., (2014), ISM analysis of CPFR implementation barriers, International Journal of Production Research, 5255-5272.
* Turner, J., Müllerb, R., (2003), On the nature of the project as a temporary organization, International Journal of Project Management, 1-8

یادداشت‌ها

[1] Chen
[2] AHP (Analytic Hierarchy Process)
[3] Dell Isola
[4] Kazaz
[5] Koga
[6] Akintola Omigbodun
[7] Omigbodun
[8] Chang & Chen
[9] FAST (Function Analysis system Technique)
[10] BIM (Building Information Modeling)
[11] ROI (Return On Investment)
[12] Huemann
[13] CVR (Content Validity Ratio)
[14] Lawshe
[15] Kumar
[16] Bolanos