

مهندسی ارزش و به کارگیری آن در پروژه های اجرایی مدارس دولتی نوسازی مدارس استان مازندران ناصر خورشاد

کارشناسی ارشد عمران مدیریت ساخت دانشگاه علوم تحقیقات (واحد ساری)

چکیده:

هر ساله مبالغ هنگفتی صرف اجرای توسعه، در قالب طرح های عمرانی، غیر عمرانی و خصوصی می شود؛ اما غالب این طرح ها و پروژه ها، به دلیل وجود عوامل گوناگون، با صرف زمان و هزینه ای بیش از زمان و بودجه برنامه ریزی شده آنها به انجام می رسند و نیز کیفیت پروژه های احداث شده در سطح مطلوبی قرار ندارند. بدیهی است هزینه و کارکرد اجزای ساخت در پروژه ها از مهمترین پارامترهای ارزش در پروژه ها به حساب می آید. از این رو کلیه دست اندرکاران درگیر بدنبال افزایش ارزش پروژه از طریق بهبود کارکرد یا کاهش هزینه و زمان هستند. مهندسی ارزش به عنوان فرآیندی نظام مند برای تولید ایده ها و گزینه های طراحی و همچنین مقایسه این گزینه ها بر مبنای عقل جمعی و قضاوت گروهی، می تواند روشی مطمئن و به دور از اعمال نظرهای شخصی برای حصول به گزینه های ارزشمندتر در فرآیند طراحی تا اجرا و پس از آن نیز باشد. از آنجا که مرحله طراحی پروژه تا قبل از شروع ساخت، تنها ۱ درصد از هزینه های پروژه را دربر گرفته و بر حدود ۷۰ درصد کل هزینه ها تاثیر میگذارد، بکارگیری روشی منسجم جهت بهبود شاخص ارزش پروژه ها به کمک بهینه یابی اجزای ساخت در فاز قبل از اجرا (مرحله طراحی تا مناقصه)، امری حائز اهمیت بشمار میرود. این پژوهش برآن است تا نشان دهد که با دخالت مهندسی ارزش، چگونه می توان در مرحله پس از طراحی تا مناقصه، ارزش پروژه های ساختمانی را ارتقا بخشید. بدیهی است استفاده از مهندسی ارزش علاوه بر شناسایی اجزای ساخت مطلوبتر، روش ارزیابی این گزینه ها را نیز می تواند مورد بررسی قرار داده و نظام مند نماید، تا ضمن تولید گزینه های ارزشمندتر، شیوه های ارزیابی این گزینه ها را که در حال حاضر به صورت شهودی صورت می گیرد، از طریق گامهای منطقی ارتقاء بخشد.

واژگان کلیدی: مهندسی ارزش، افزایش ارزش پروژه، اجزای ساخت، ارزیابی.

مقدمه:

با نگاهی گذرا به خصوصیات اجرای یک پروژه همچون پیچیدگی بالا، تعدد ذینفعان، هزینه و زمان زیاد، درگیر بودن دستگاههای اجرایی متعدد و ... می توان دریافت که حل تمامی مسایل فوق کاری بسیار دشوار و طاقت فرسا برای مدیران است. اکنون این پرسشها به ذهن می رسد که آیا واقعاً نمی توان این مشکلات را کاهش داد؟ آیا این مشکلات مختص ایران است یا سایر کشورها با این مشکلات درگیر هستند؟ سایر مدیران برای حل این مشکلات چه اقداماتی انجام داده اند؟

با مطالعه بسیاری از روش های مواجهه با این مسایل می توان نتیجه گرفت که آنان جهت حل این مشکلات صرفاً هزینه نکرده اند و با استفاده بهینه از شرایط موجود توانسته اند بر مشکلات پیش روی خود در غلبه کنند. یکی از این روشها که توانسته ضمن ثابت نگه داشتن و یا کاهش هزینه های طرحها موجب افزایش کیفیت پروژهها شود، استفاده از مهندسی ارزش در پروژهها است.

با توجه به هزینه های بالا، تعدد ذینفعان و عوامل طرح و نیاز به ایده های نو در حل مسایل نو و چیره شدن بر محدودیت های متعدد در پروژهها، مهندسی ارزش می تواند روشی کارا و اثرگذار باشد. با بهره گیری از این روش می توان ضمن کاهش هزینه های طول دوره عمر به افزایش کارایی و کیفیت این پروژهها کمک نمود.

این روش مدیریتی در ایران نیز دارای سوابق متعدد در پروژهها است، به گونه ای که بسیاری از دستگاههای اجرایی کشور در پروژههای خود از مهندسی ارزش استفاده کرده و حتی نظامنامه ها و دستورالعمل های بکارگیری مهندسی ارزش را در حوزه تحت نظرشان به تمامی زیرمجموعه های خود ابلاغ کرده اند.

هر ساله بخش عمده ای از درآمدهای ملی کشور صرف سرمایه گذاری در طرح های عمرانی و امور زیر بنایی می گردد و پر واضح است کاهش هزینه ها و انجام به موقع پروژهها منجر به صرفه جویی کلان در بودجه طرح های اجرایی می گردد.

علاوه بر این پروژههای عمرانی فرآیند پویایی است که با پیشرفت تکنولوژی و گذشت زمان پیچیدگی خاصی پیدا می نماید و انجام مدیریت پروژهها را با مهارت های ویژه ای امکان پذیر می سازد.

یکی از انواع فن آوری ها که در دهه اخیر استفاده از آن گسترش یافته است، تکنیک مهندسی ارزش می باشد که هدف آن بهینه کردن سرمایه گذاری در بخش طرح های اجرایی با استفاده از بیشتر کردن ارزش طرح و کاهش هزینه در هر یک از دوره های زندگی عمر پروژه می باشد.

بیان مسأله

از آنجایی که صنعت ساختمان در کشور با اجرای پروژههای عظیم و سرمایه بر به دنبال تأمین فضاهای متناسب (ساخت و ساز) با استانداردهای ملی و هزینه مناسب می باشد، طرح های ملی پروژههای ساخت نیازمند به استفاده از روش های جدید برای افزایش بهره وری و ارتقا کیفیت و نیز کاهش هزینه در اجرای پروژهها می باشند. در این تحقیق با شکست کار پروژه های ساخت مدارس دولتی شهرستان ساری (WBS) WORK BREAK DOWN STRUCTURE (ساختار شکست کار) بسته های کاری و فعالیت های پروژه استخراج شده، سپس کارکرد اجزا و هزینه های متناظر با هر کارکرد محاسبه شده و با در نظر گرفتن بهای هر یک از این اجزا اهمیت و تاثیر مالی هر کدام استخراج شده و به کمک تکنیک مهندسی ارزش به دنبال افزایش ارزش پروژه هستیم.

با به کارگیری رویکرد مهندسی ارزش در پروژه‌های اجرایی مدارس دولتی نوسازی مدارس مازندران، تحقیق مذکور می‌تواند گامی در مسیر عملیاتی و کاربردی کردن مهندسی ارزش در صنعت ساختمانی کشور باشد.

فرضیه‌ها

فرضیه تحقیق بر این اصل استوار است که به کارگیری مهندسی ارزش منجر به بهینه یابی اجزای ساخت در پروژه‌های اجرایی مدارس دولتی نوسازی مدارس استان مازندران در مرحله پس از طراحی تا قبل از برگزاری مناقصه می‌شود، که نهایتاً منجر به افزایش ارزش (به روش کاهش هزینه یا افزایش کارکرد) خواهد شد.

اهداف تحقیق

هدف کلی این تحقیق افزایش ارزش پروژه های ساخت مدارس دولتی با رویکرد تاثیر مهندسی ارزش در بهینه یابی اجزای ساخت فضاهای آموزشی می‌باشد.

هدف کاربردی

افزایش کارکرد و کیفیت، صرفه جویی هزینه‌ها و زمان در پروژه‌های نظیر پروژه‌های سازمان نوسازی مدارس مازندران.

روش کار :

در این تحقیق بر آنیم، از رویکرد مهندسی ارزش در پروژه‌های اجرایی مدارس دولتی نوسازی مدارس به منظور اصلاح یا جایگزینی کارکردها با استفاده از نمودار fast (در مرحله پس از طراحی تا قبل از برگزاری مناقصه) جهت افزایش ارزش پروژه بهره گیری نماییم .

مبانی نظری پژوهش

تعریف مهندسی ارزش

مهندسی ارزش^۱ روشی سیستماتیک، نظام‌یافته و مبتنی بر خلاقیت^۲ و کارگروهی^۳ برای حل مسأله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد^۴ و کیفیت پروژه‌ها، محصولات و فرآیندها است. مهندسی ارزش به کمک گستره وسیعی از دانش و تجربیات متخصصین و با تمرکز بر کارکردهای^۵ پروژه، محصول یا فرآیند نتایج قابل اجرا برای بهبود را به سرعت ارایه می‌کند.

بر اساس تعریف مؤسسه بین‌المللی مدیریت پروژه^۶، مهندسی ارزش نگرشی خلاق به منظور بهینه‌سازی هزینه‌های چرخه عمر، صرفه‌جویی در زمان، افزایش سود، بهبود کیفیت، افزایش سهم بازار، حل مشکلات و استفاده بهینه از منابع می‌باشد.

تعریف مدیریت ارزش

^۱ - Value Engineering
^۲ - Creativity
^۳ - Team Work
^۴ - Performance
^۵ - Function
^۶ - PMI: Project Management Institute

انجمن مدیریت پروژه^۱ مدیریت ارزش را این گونه تعریف می کند: "رسیدن به ارزش مطلوب نیازمند ایجاد تعادل بین پارامترهای متضاد برای رسیدن به موقعیت مناسب می باشد درحالیکه مدیریت ارزش در حال مواجه شدن با موضوعات راهبردی است، مهندسی ارزش در حال بهینه سازی مفاهیم، نکات فنی، جنبه های اجرایی و پیکربندی ارزش می باشد."

تعریف برنامه ریزی ارزش

به کارگیری متدولوژی مهندسی ارزش در مراحل آغازین برنامه ریزی مفهومی یک برنامه یا پروژه، برنامه ریزی ارزش نامیده می شود. در این مرحله طراحی مفهومی هنوز قطعی نشده و می توان تکنیک های بهبود ارزش، به ویژه نمودار تحلیل کارکرد را برای انتخاب جهت بهینه و اولیه پیشبرد طراحی مورد استفاده قرار داد. بر اساس تعریف معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، برنامه ریزی ارزش با همان مفهوم مهندسی ارزش است که، در مرحله برنامه ریزی، مرحله اولیه، مرحله مفهومی و امکان سنجی طرح کاربرد دارد.

تعریف شاخص ارزش

شاخص ارزش معیاری است که به منظور تعیین میزان بهبود حاصل شده به واسطه انجام مهندسی ارزش در یک پروژه و همچنین مقایسه میزان بهبود صورت گرفته در پروژه های مختلف به واسطه انجام مهندسی ارزش مورد استفاده قرار می گیرد. به منظور تعیین این شاخص، بهبود حاصل از تغییرات اندازه گیری شده و در صورت کسر شاخص ارزش قرار می گیرد، هزینه انجام پروژه یا تولید محصول پس از اعمال تغییرات نیز محاسبه شده و در مخرج این کسر قرار می گیرد. در نهایت حاصل تقسیم این دو مقدار، شاخص ارزش را تشکیل می دهد. واضح است که هر چه میزان این شاخص بیشتر باشد، بهبود بیشتری در پروژه یا محصول ایجاد شده است. بر اساس تعریف معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، شاخص ارزش عبارت است از مجموع درآمدهای حاصل از هر گزینه (ارزش کارکرد) تقسیم بر مجموع هزینه های آن (هزینه های کارکرد).

هدف مهندسی ارزش

هدف مهندسی ارزش ارایه راهکارهای قابل اجرا در راستای حل مسأله، کاهش هزینه و افزایش کیفیت (عملکرد) است که تمامی این موارد در گرو توجه به کارکرد پروژه یا محصول می باشد، اما تحقق اهداف مورد نظر در کوتاه ترین زمان ممکن بسیار مهم است. یافتن نقطه بهینه (تعادل) بین کارکرد، کیفیت و هزینه هدف دیگر مهندسی ارزش می باشد. در واقع هدف کلی مهندسی ارزش، افزایش ارزش پروژه است.

دلایل بکارگیری مهندسی ارزش

عمدتاً روش های بهبود و صرفه جویی^۲ در شرایط بروز محدودیت ها مورد استفاده قرار می گیرند. تعدادی از دلایل اصلی بکارگیری مهندسی ارزش شامل: ۱- هزینه های بالای اجرای پروژه یا تولید محصول ۲- فاصله زیاد بین طراحی و اجرا ۳- دشواری اجرای پروژه ها ۴- پیچیدگی بالای پروژه ها ۵- کمبود اطلاعات اولیه ۵- کمبود ارتباطات بین عوامل طرح و ذینفعان پروژه ۶- پیشرفت فناوری های مورد استفاده و بهبود استانداردها ۷- خلاقیت ۸- باورهای صادقانه ولی نادرست اولیه ۹- تغییر قوانین، ضوابط و مقررات ۱۰- تغییر در نیاز کارفرما ۱۱- تغییر شرایط محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی ۱۲- تغییر مشخصات فنی طرح ۱۳- تغییر در منابع مورد استفاده.

حوزه های کاربردی مهندسی ارزش

- APM: Association of Project Management)
- Saving^۲

در نگاه اول حوزه اصلی کاربرد مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی (ساخت و ساز، حمل‌ونقل، راه و...) است، اما در حال حاضر در دنیا مهندسی ارزش در حوزه‌های مختلفی چون فرآیندهای تولیدی، تولید محصول جدید، تجهیزات، نرم افزارها و ... و همچنین ارایه خدمات، سامانه‌های مدیریتی و آموزشی، تخصیص منابع، تحلیل فرآیند، معماری، طراحی مهندسی و بازاریابی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌شناسی ارزش ممکن است به عنوان یک مطالعه واکنش سریع برای مشخص نمودن مسأله یا به عنوان یک قسمت جدا نشدنی تلاش سازمانی جمعی برای انگیزش نوآوری و بهبود مشخصات عملکرد مورد استفاده قرار گیرد. در مجموع می‌توان حوزه‌های کاربردی مهندسی ارزش را به سه بخش پروژه، محصول و فرآیند تقسیم نمود. لازم به توضیح است که دامنه کاربرد مهندسی ارزش معمولاً بواسطه ذهنیت کاربران محدود می‌گردد.

موانع بکارگیری یا عدم موفقیت مهندسی ارزش

موانع بکارگیری مهندسی ارزش و یا علل عدم موفقیت آن عمدتاً شامل مواردی چون ۱- ناباوری، عدم آگاهی و پذیرش عوامل طرح بخصوص کارفرما ۲- تصور غلط حصول بهبود و کاهش هزینه بواسطه طراحی نادرست و عدم کفایت مطالعات مشاور طرح ۳- مقاومت طراح و مشاور در برابر پذیرش بررسی طرح به کمک مهندسی ارزش به علت تصور توهین به جایگاه تخصصی خود ۴- عدم اعتقاد عوامل طرح بخصوص پیمانکار یا تولید کننده به فرآیند مهندسی ارزش بواسطه تجربیات ناموفق سایر روش‌های کاهش هزینه و بهبود در طرح یا فرآیند تولید ۵- عدم وجود انگیزه کافی در عوامل طرح برای تلاش در جهت بهبود طرح.

مزایای جانبی مهندسی ارزش

مهندسی ارزش علاوه بر مزایای اصلی آن مانند بهبود کیفیت طرح و کاهش هزینه، مزایای دیگری همچون ۱- ایجاد هم‌افزایی در سازمان ۲- بهبود ارتباطات بین عوامل طرح ۳- امکان استفاده ایده‌های قابل اجرا در پروژه‌های مشابه ۴- افزایش روحیه کارگروهی در سازمان ۵- آشنایی عوامل طرح با تفکر سودمند کارکردگرا ۶- ترویج تفکر خلاق و ساختار شکن؛ نیز دارد.

تاریخچه مهندسی ارزش

مهندسی ارزش در جهان سابقه‌ای بیش از نیم قرن و در ایران سابقه‌ای بیش از یک دهه دارد. این تکنیک مدیریتی در ابتدا توسط کارشناسان شرکت جنرال الکتریک ابداع شد و چندین سال مورد استفاده قرار گرفت. دستاوردهای استفاده از مهندسی ارزش موجب آن شد تا وزارت دفاع و بخش حمل‌ونقل ایالات متحده آمریکا بکارگیری مهندسی ارزش را در دستور کار خود قرار دهند. سایر کشورهای جهان نیز با مشاهده مزایای استفاده از این روش، مهندسی ارزش را برای صنایع خود مورد استفاده قرار دادند.

کشور ما نیز مهندسی ارزش را از اواخر دهه هفتاد در برخی صنایع آغاز کرد و در ابتدای دهه هشتاد در حوزه حمل‌ونقل برون شهری توسط وزارت راه و ترابری (وزارت راه و شهرسازی) مورد استفاده قرار داد. حمل‌ونقل شهری ایران نیز از نیمه دوم دهه هشتاد با مهندسی ارزش آشنا شد و شهرداری تهران در سال ۱۳۸۶ طرح پیاده‌سازی مهندسی ارزش را در طرح‌های خود اجرا کرد. در زیر به مشروح وقایع تاریخی مهندسی ارزش در ایران و جهان می‌پردازیم.

شروع مهندسی ارزش در کارخانه جنرال الکتریک

تحلیل ارزش به صورت یک روش فنی ویژه، در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم صورت گرفت. کار طراحی و تدوین این روش به دستور هنری ارلیچر^۱ معاون فنی بخش خریدهای شرکت جنرال الکتریک آغاز شد. به دستور او در داخل شرکت و به منظور ارتقای کارائی تولید از طریق تأمین مواد، مصالح و روش‌های جایگزین برای مواد و مصالح پرهزینه، کوشش همه جانبه‌ای به عمل آمد. در سال ۱۹۴۷ این وظیفه برعهده لاورنس مایلز، مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک نهاده شد. مایلز در مورد روش‌ها و فنون موجود به پژوهش پرداخت و از برخی روش‌های مرسوم به صورت تلفیقی با روش مرحله به مرحله خویش برای تحلیل

ارزش بهره گرفت. مایلز که مبتکر و بنیانگذار مهندسی ارزش به شمار می رود، یک روش رسمی را به اجرا در آورد. روش "تحلیل ارزش" به عنوان یک استاندارد در شرکت جنرال الکتریک پذیرفته شد و به تدریج شرکت های دیگر و برخی سازمان های دولتی نیز این روش جدید را به عنوان ابزاری برای کاستن از هزینه های خود به کار بستند. نتیجه این شد که روش و تکنیک مهندسی ارزش به وجود آمد.

شروع مهندسی ارزش در ایران

کشور ایران، در سال های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۸ در برخی از پروژه های صنعت نفت و آب، مهندسی ارزش را با دعوت از اساتید بین المللی این حوزه آغاز کرد. علاقه حوزه های دانشگاه و صنعت موجب شد تا دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۷۹ اولین کنفرانس مهندسی ارزش را برگزار نماید و در همین سال دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش از طرف سازمان مدیریت و برنامه ریزی (معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهور) ابلاغ شد. در سال ۱۳۸۰ اولین کنفرانس مهندسی ارزش در صنعت نفت برگزار گردید و در همین سال نیز کمیته مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری تشکیل شد.

در سال ۱۳۸۲ مصوبه برنامه چهارم بار دیگر بر اعمال مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی تأکید نمود. در سال ۱۳۸۳ طرح جامع و وسیع پیاده سازی مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری (ماورا) آغاز شد و در طی آن بیش از ۱۰۰۰ نفر مورد آموزش های مهندسی ارزش قرار گرفتند و با اتمام آن در سال ۱۳۸۶ سند راهبردی مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری توسط وزیر راه و ترابری ابلاغ گردید. در مهر ۱۳۸۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی شرح خدمات پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش و قوانین انگیزشی پیمانکاران را ابلاغ نمود. در اسفندماه ۱۳۸۴ دستورالعمل سازمان مدیریت در زمینه مهندسی ارزش مورد بازنگری قرار گرفت. در اواخر تیرماه همان سال ۱۳۸۴ اولین همایش مهندسی ارزش در حمل و نقل کشور با حمایت وزارت راه و ترابری برگزار شد و در آذرماه همان سال دومین سمینار ملی مهندسی ارزش در دانشگاه علم و صنعت برگزار شد. در ششم آذرماه سال ۱۳۸۷ کنفرانس سوم مهندسی ارزش با شعار خلاقیت، نوآوری و توسعه ملی در دانشکده فنی دانشگاه تهران برگزار شد و چهارمین کنفرانس ملی مهندسی ارزش در دی ماه سال ۱۳۸۹ در دانشگاه علم و صنعت ایران برگزار گردید. توجه متولیان حوزه انرژی کشور به مهندسی ارزش موجب شد تا اولین کنفرانس ملی کاربرد مهندسی ارزش در مدیریت انرژی در خردادماه سال ۱۳۹۱ برگزار شود. بر اساس آمارهای موجود از ابتدا ورود مهندسی ارزش به کشور تا پایان سال ۱۳۹۰ بیش از ۴۰۰ مطالعه مهندسی ارزش بر روی پروژه های کشور انجام شده است.

پیاده سازی مهندسی ارزش در سازمان بنادر و دریانوردی

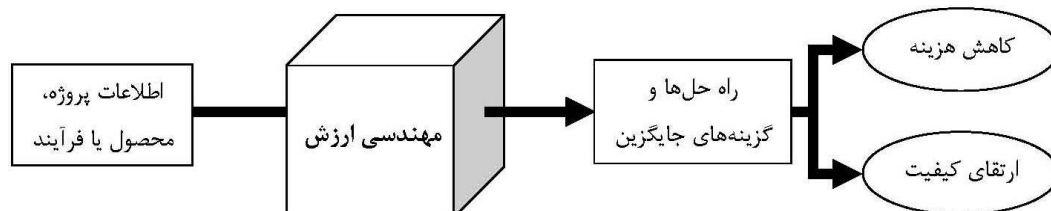
حوزه دریایی کشور، یکی از بخش های پیشرو در اجرای مهندسی ارزش در کشور است. سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان متولی حمل و نقل دریایی کشور، طرح پیاده سازی مهندسی ارزش در سازمان بنادر و دریانوردی را از سال ۱۳۹۱ و با یک برنامه ۲ ساله با اهداف زیر شروع کرد:

- انتقال فن و روش مهندسی ارزش در مدت ۲ سال و استقرار در سالهای بعد.
- افزایش سطح عملکرد و نیز کارکردهای پروژه های سازمان و همچنین بهبود کیفیت آنها.
- کاهش هزینه یا زمان اجرای پروژه های سازمان.
- انجام فرآیند مهندسی ارزش برای پروژه های با هزینه بیشتر از ۱۰۰ میلیارد ریال.
- تهیه و بهنگام سازی آیین نامه ها و دستورالعمل ها در سه سطح عمومی، تخصصی و چارچوبی برای پیاده سازی مهندسی ارزش و اجرای آن.
- ایجاد فرهنگ مهندسی ارزش در ۵۰۰ نفر از مدیران، کارشناسان و ذینفعان سازمان.

برنامه کار^۱ مهندسی ارزش

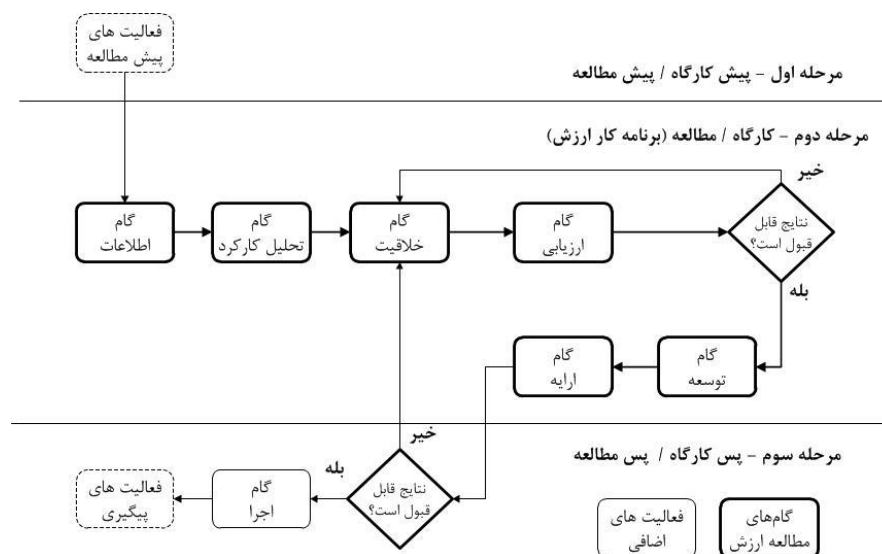
شمای کلی فرآیند مهندسی ارزش

با دریافت اطلاعات پروژه یا محصول، ورودی مورد نیاز مهندسی ارزش فراهم شده و پس از انجام آن، راه حل ها و گزینه های جایگزین به عنوان خروجی مهندسی ارزش به منظور کاهش هزینه و ارتقای کیفیت پروژه یا محصول ارائه می گردد.



شکل (۲): شمای کلی مطالعه ارزش

فرآیند مهندسی ارزش ارزش در قالب سه گام عمده انجام می شود که به ترتیب عبارتند از: ۱- گام پیش مطالعه^۲ - ۲- گام مطالعه اصلی^۳ - ۳- گام پس مطالعه^۴ (مطالعه تکمیلی). هر یک از این سه گام به فازها یا فعالیت های مهمی تقسیم می شوند که به تفکیک ارائه خواهند شد.



شکل (۳): مراحل مطالعه ارزش

مرحله پیش مطالعه

هدف از این مرحله برنامه ریزی و سازمان دهی مطالعه ارزش می باشد. برخی فعالیت های لازم جهت حصول این هدف عبارتند از: ۱- اخذ موافقت مدیریت ارشد و حمایت از برنامه کار، نقش ها و مسئولیت ها ۲- توسعه محدوده و اهداف مطالعه ارزش ۳- اخذ داده ها و اطلاعات پروژه ۴- اخذ مستندات کلیدی مانند تعریف محدوده کار، نقشه ها، مشخصات، گزارشات و ارزیابی پروژه ۵- تعیین و اولویت بندی مسایل راهبردی موردنظر ۶- تعیین محدوده و اهداف مطالعه ۷- توسعه برنامه زمانی مطالعه ۸- انجام

- Job Plan^۱
- Pre-Study^۲
- Value Study^۳
- Post-Study^۴

تحلیل‌های معکوس رقابتی^۱ - ۹- تعیین اعضای تیم ارزش ۱۰- حصول تعهد اعضای منتخب تیم جهت دستیابی به اهداف پروژه ۱۱- بررسی هزینه‌های پروژه ۱۲- جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز کاربر / مشتری در مورد پروژه ۱۳- دعوت از تأمین‌کنندگان، مشتریان، ذینفعان جهت شرکت در مطالعه ارزش در صورت نیاز ۱۴- توزیع اطلاعات بین اعضای تیم جهت بررسی ۱۵- توسعه نمودارها و مدل‌های اطلاعاتی پروژه ۱۶- تعیین تاریخ، زمان، محل و سایر نیازهای مطالعه ۱۷- تعریف شفاف نیازمندی‌های مطالعه با مدیریت ارشد جهت دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز مطالعه ارزش.

نتیجه مطلوب این مرحله درکی شفاف از نیازمندی‌های مدیریت ارشد، اولویت‌های راهبردی و چگونگی افزایش ارزش سازمانی به واسطه بهبود است. در طی این مرحله این دیدگاه شکل می‌گیرد که آیا گام‌های بعد احتمالاً ارزش کافی برای توجیه هزینه مطالعه را ایجاد می‌نمایند. ممکن است در این زمان نیاز به افزایش یا کاهش پارامترهای مطالعه باشد. اعضای تیم نسبت به اهداف پروژه مطلع بوده و جهت دستیابی به آنها متعهد می‌باشند.

مرحله مطالعه اصلی

گام اطلاعات^۲

هدف از این گام درک و تعریف وضعیت موجود پروژه و محدودیت‌های اثرگذار بر نتایج پروژه و همچنین تعیین اهداف مطالعه است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول این اهداف عبارتند از: ۱- اخذ داده‌ها و اطلاعات و مستندات کلیدی پروژه مانند تعریف محدوده کار، نقشه‌ها، مشخصات، گزارشات، جزئیات اطلاعات هزینه‌ای پروژه، داده‌های کیفی، اطلاعات بازاریابی، نمودارهای جریان فرآیند و غیره. برای این منظور می‌توان از ابزارهایی مثل توسعه تابع کیفیت^۳ و صدای مشتری^۴ استفاده نمود. ۲- تعیین اولویت‌بندی مسایل راهبردی مورد نظر. همچنین تعریف محدوده و اهداف مطالعه (انتظارات مدیریت). برای این منظور می‌توان از ابزارهایی مثل تحلیل "سوات"^۵ (قوت، ضعف، فرصت و تهدید) و منشور پروژه بهره گرفت. ۳- ارایه طرح اصلی و یا ارایه مفاهیم طرح / محصول / فرآیند توسط تیم پروژه ۴- انجام تحلیل معکوس رقابتی. برای این منظور می‌توان از ابزارهایی مثل مهندسی معکوس^۶، تحلیل دمنوتاژ^۷، تحلیل پارتو^۸، طراحی برای مونتاژ^۹ استفاده نمود. ۵- تعیین برنامه زمانی مطالعه شامل تاریخ، زمان، محل و سایر نیازمندی‌ها ۶- توزیع اطلاعات پروژه جهت بررسی اعضای تیم ۷- درک محدوده، برنامه زمانی، بودجه، هزینه‌ها، ریسک، مسایل، عملکرد غیرمالی پروژه ۸- تأیید طرح مبنای اصلی پروژه ۹- تعیین کارکردهای سطح بالای پروژه ۱۰- بازدید میدانی از محل پروژه یا تأسیسات.

نتیجه: این گام همه اعضای تیم را به درکی عمومی و پایه از پروژه شامل موارد تاکتیکی، عملیاتی و ویژگی‌های موضوع مطالعه می‌رساند.

گام تحلیل کارکرد^۹

هدف از این گام درک پروژه از منظر کارکردی است یعنی پروژه باید چه کاری انجام دهد بجای اینکه پروژه الان چگونه است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از: ۱- تعیین کارکردهای پروژه با ابزاری چون تعیین تصادفی

^۱ - Competitive Benchmarking Analyses
^۲ - Information Phase
^۳ - QFD: Quality Function Development
^۴ - VOC: Voice Of Customer
^۵ - SWOT: Strength, Weak, Opportunity, Threat
^۶ - Benchmarking
^۷ - Pareto Analysis
^۸ - DFA: Design For Assembly
^۹ - Function Analysis Phase

کارکردها^۱ - ۲- دسته‌بندی کارکردهای پروژه ۳- توسعه مدل کارکرد با ابزارهایی مثل نمودار تکنیک سیستمی تحلیل کارکرد^۲ و درخت کارکرد ۴- اندازه‌گذاری مدل با پارامترهای هزینه‌ای، مشخصه‌های عملکرد و رفتار کاربر به منظور انتخاب کارکردهای نامنتطبق بر ارزش جهت تمرکز گام خلاقیت. ابزارهای مورد استفاده این مورد عبارتند از: تحلیل هزینه به کارکرد (ماتریس کارکرد)، تحلیل عملکرد به کارکرد. ۵- برآورد بهای کارکردها به منظور انتخاب کارکردهای نامنتطبق بر ارزش و تمرکز خلاقیت بر آنها با ابزاری چون شاخص ارزش (هزینه کارکرد بخش بر بهای کارکرد).

نتیجه: این گام تیم را بر تأیید تحقق نیازها و اهداف مشتری توسط پروژه متمرکز می‌کند. ضمناً درک جامع‌تری از پروژه را با تمرکز بر آنچه که پروژه انجام می‌دهد یا باید انجام دهد به جای آنچه که هست ایجاد می‌کند و در نهایت تیم کارکردهای نامنتطبق بر ارزش را برای تمرکز بروی آنها به منظور بهبود پروژه مشخص می‌کند

گام خلاقیت^۳

هدف از این گام تولید تعدادی ایده در ارتباط با سایر روش‌های تحقق کارکردها است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از: ۱- انجام تمرین‌های آمادگی خلاقیت ۲- بکارگیری قوانینی که فضای را برای خلاقیت مساعد می‌کنند مانند قوانین نامکتوب^۴ ۳- بکارگیری تکنیک‌های انگیزش ایده‌پردازی گروهی^۴ - ۴- تولید ایده‌های جایگزین با امکان بهبود ارزش به کمک تکنیک‌هایی چون طوفان فکری، تکنیک گوردون، تکنیک اسمی و تریز.

نتیجه: تیم فهرستی از ایده‌ها را توسعه می‌دهد که گستره وسیعی از راه‌های جایگزین ممکن برای تحقق کارکردها را با هدف بهبود ارزش پروژه فراهم می‌کند.

گام ارزیابی^۵

هدف از این گام کاهش تعداد ایده‌ها و ارایه فهرست کوتاهی از پرتانسیل‌ترین ایده‌ها برای بهبود و تحقق کارکردهای پروژه با لحاظ الزامات کیفی و محدودیت منابع است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از: ۱- توضیح و دسته‌بندی هر یک از ایده‌ها به منظور ایجاد درکی مشترک ۲- بحث در مورد نحوه تأثیر ایده‌ها بروی پارامترهای عملکرد و هزینه پروژه با استفاده از ابزاری مثل جدول مقایسه T-Chart ۳- انتخاب و اولویت‌بندی ایده‌ها برای توسعه بیشتر به کمک ابزارهایی مانند: آنالیز Pugh^۶، کپنر-ترگو^۷، محاسبات هزینه طول عمر^۸، انتخاب بر اساس مزایا^۹ (CBA) و استاندارد ارزش^۴ - توضیح چگونگی ثبت ایده‌ها بصورت پیشنهادیه‌های سرمایه‌گذاری صرفه-ریسک مستقل^{۱۰}

نتیجه: تیم فهرست متمرکزی از مفاهیم که زمان کیفیت را برای توسعه به راه‌حل‌های ارزش‌محور با قابلیت اجرای در یک یا ترکیبی از پروژه‌ها تضمین می‌کند، تولید می‌نماید.

گام توسعه^{۱۱}

۱- تعیین با نگاهی کلی و بدون تعیین اجزاء محصول یا پروژه

- FAST: Function Analysis System Technique
- Creativity Phase^۳
- Ground Rules^۴
- Evaluation Phase^۵
- Pugh Analysis^۶
- Kepner-Tregoe^۷
- LCC: Life Cycle Costing^۸
- CBA: Choosing By Advantages^۹
- Stand-alone Risk-Reward Investment^{۱۰}
- Development Phase^{۱۱}

هدف از این گام بررسی بیشتر و توسعه فهرست کوتاهی از ایده‌ها و توسعه مناسب آنها به گزینه‌های جایگزین ارزش می‌باشد. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از: ۱- مقایسه نتایج مطالعه در مورد الزامات موفقیتی که در طی فازهای اطلاعات و تحلیل کارکرد تصویب شده است ۲- تهیه یک گزینه ارزش مستند برای هر یک از ایده‌های انتخاب شده برای توسعه بیشتر ۳- ارزیابی و منظور نمودن قضاوت‌های ریسک و هزینه در موارد مورد نیاز ۴- انجام تحلیل هزینه به سود ۵- تهیه طرح‌ها و الزامات مورد نیاز برای انتقال مفاهیم ۶- تأیید ضرورت نیاز به توسعه بیشتر یک گزینه ۷- تهیه یک طرح اجرایی به منظور تعریف مراحل اجرا، تاریخ‌ها و مسئولیت‌ها برای هر یک از گزینه‌های ارزش

نتیجه: تیم مطالعه ارزش گزینه‌های جایگزین و سناریوها با ریسک کم، متوسط و بالا را ایجاد کرده و آنها را به عنوان انتخاب‌هایی که اهداف راهبردی پیش‌کارگاه را مشخص می‌کند، به مدیریت ارشد ارائه می‌نماید.

گام ارایه^۱

هدف از این گام ارایه گزینه‌های ارزش به تیم مدیریت و سایر ذینفعان یا تصمیم‌گیرندگان پروژه است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از: ۱- تهیه ارایه و مستندات پشتیبان آن ۲- مقایسه نتایج مطالعه در مورد الزامات موفقیتی که در طی فازهای اطلاعات و تحلیل کارکرد تصویب شده است ۳- پیشنهاد سناریوهای خلاقانه صرفه- ریسک به مدیریت به منظور انتخاب گزینه‌های ارزش جهت اجرا ۴- تبادل اطلاعات با تیم پروژه ۵- اطمینان از اینکه مدیریت، اطلاعات کامل و واقعی برای تصمیم‌گیری دارد ۶- تهیه خلاصه پیش‌نویس نقشه‌های اجرایی ۷- تهیه گزارش رسمی.

نتایج معمول مطالعه ارزش شامل اسناد توجیهی، تحلیل ریسک، مقایسات هزینه و بها، تحلیل ارزش حال حاضر، و مزایا و معایب خواهد بود.

نتیجه: اطمینان از درک دلایل اساسی (اصلی) گزینه‌های ارزش توسط مدیریت و سایر ذینفعان کلیدی. همچنین ایجاد علاقمندی به تعیین ضمانت اجرایی.

فعالیت‌های پس مطالعه

گام اجرا^۲

هدف از این گام حصول اطمینان از اجرایی شدن گزینه‌های ارزش پذیرفته شده و تحقق و تأیید مزایای برنامه‌ریزی شده مطالعه ارزش است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از: ۱- بررسی گزارش اولیه ۲- برگزاری یک جلسه با موضوع پیاده‌سازی جهت تعیین صورت‌بندی هر یک از گزینه‌های ارزش ۳- ایجاد طرح‌های اجرایی برای گزینه‌های پذیرفته شده و مستند نمودن دلایل اصلی گزینه‌های مردود ۴- اخذ ضمانت اجرا ۵- تعیین یک بازه زمانی برای بررسی و اجرای هر یک از گزینه‌های ارزش ۶- پیگیری دستاوردهای ارزش منتج از گزینه‌های اجرا شده ۷- تحویل ارقام قابل تحویل ۸- تأیید اعتبار منافع تغییرات انجام شده ۹- اطمینان از لحاظ شدن تجربیات جدید با ایجاد و مدیریت یک طرح اجرایی

نتیجه: ذینفعان پروژه تعیین می‌کنند که چه مواردی در پروژه به عنوان نتیجه مطالعه ارزش تغییر می‌کنند. این‌ها تغییراتی در مفهوم اولیه یا طرح مبنای یک مطالعه هستند که از گزینه‌های ارزش منتج شده و در توسعه پروژه در طرح‌های آتی و یا فعالیت‌های توسعه محصول با آن ترکیب می‌شوند.

فعالیت‌های پیگیری^۳ مطالعه ارزش

- Presentation Phase^۱
- Implimentation Phaser^۲
- Tracking Activities^۳

هدف از این فعالیت‌ها پیگیری اجرای نتایج مطالعه ارزش و بهبود کاربرد روش‌شناسی ارزش برای مطالعات آتی می‌باشد. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این فعالیت‌ها عبارتند از: ۱- تهیه گزارش از نتایج مطالعه، درس‌آموخته‌های گذشته، یا سایر موارد ثبت و یا پیگیری شده در اجرا ۲- تعیین نقاط فرصت‌های از دست رفته ۳- مشخص نمودن موانع نوآوری و یافتن علت وجود آنها ۴- کسب اطلاعات و ثبت درس‌آموخته‌ها ۴- یکپارچه‌سازی نتایج مطالعه ارزش با درس‌آموخته‌ها یا گزارش برنامه سازمان ۵- بازگشت به مطالعه ارزش و تفکر در مورد نحوه توسعه تجربه با قابلیت‌های جدید

نتیجه: افراد با بازگشت به نظریاتشان قبل از مطالعه ارزش و مقایسه روش به نتیجه رسیدن موضوعات و اثبات چگونگی تأثیر دانش بر نحوه اعتقاد آنها بر نظریات اولیه خودشان، ارزش‌آفرینان بهتری می‌شوند. این یک گام مهم در فراگیری آن چیزی است که به بهتر شدن سازمان‌ها در مدیریت نوآوری کمک می‌کند.

پایگاه قانونی مهندسی ارزش در کشور

اولین بار مهندسی ارزش در سال ۱۳۷۹ در متن قانون برنامه سوم توسعه قرار گرفت. تأثیر اجرای مهندسی ارزش بر روی پروژه‌ها موجب آن شد تا در دهه هشتاد دستگاه‌های حاکمیتی و اجرایی کشور، هر یک با وضع دستورالعمل‌ها و قوانین مرتبط با مهندسی ارزش، اجرای آن را بر روی پروژه‌های خود لازم‌الاجرا کنند. قوانین مرتبط با مهندسی ارزش در کشور را می‌توان به ۴ بخش عمده تقسیم بندی کرد. (۱) قوانین برنامه توسعه، (۲) قوانین بودجه سالانه، (۳) قوانین معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی، (۴) قوانین داخلی وزارتخانه‌ها و سازمان‌ها. در زیر به توضیح هر یک از قوانین می‌پردازیم.

قوانین برنامه توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران

به‌کارگیری مهندسی ارزش در قوانین برنامه‌های سوم، چهارم و پنجم توسعه، تأکید شده است و در این قوانین دولت مکلف به پیاده‌سازی مهندسی ارزش بر پروژه‌های متوسط و بزرگ شده است.

قوانین بودجه سالانه

سال ۱۳۸۶ اولین سالی بود که در قانون بودجه سالانه کشور، بر پیاده‌سازی مهندسی ارزش بر روی پروژه‌ها تأکید شده است. در این قانون پروژه‌های بالای ۱۰۰ میلیارد ریال باید مهندسی ارزش شوند.

قوانین معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، نخستین بار در مرداد ماه سال ۱۳۷۹، مهندسی ارزش را به طور رسمی وارد نظام فنی و اجرایی کشور کرد. این معاونت بعد از ابلاغ قانون فوق و بر اساس نیاز عوامل پروژه‌ها، قوانین مرتبطی را در سال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ وضع و ابلاغ کرد.

قوانین داخلی وزارتخانه‌ها و مجموعه‌های دولتی

وزارتخانه‌ها و مجموعه‌های دولتی کشور، هر یک بر اساس نیازهای سازمانی خود نسبت به وضع نظام نامه‌های مرتبط با مهندسی ارزش به‌منظور پیاده‌سازی بهینه این تکنیک مدیریتی در سازمان خود اقدام کردند. وزارت نفت، را و شهرسازی، نیرو و همچنین سازمان بنادر و دریانوردی از جمله این مجموعه‌ها هستند.

سوابق مربوط

روش‌های جلوگیری از به‌کارگیری منابع غیرضروری و کاهش هزینه، با به‌کارگیری مدیریت علمی برای انجام بهتر کارها از زمان فردزیک تیلور، با یک تحول عمیق مواجه گردید.

این روش‌ها، با مطالعه زمان انجام کار توسط گیلبرت و طرح اصول اداره کار توسط هنری فایول توسعه یافتند.

تحلیل ارزش به صورت یک روش فنی ویژه، در سال های پس از جنگ جهانی دوم صورت گرفت کار طراحی و تدوین این روش به دستور هنری ارلیچر معاون فنی بخش خریدهای شرکت جنرال الکتریک آغاز شد وی با مطالعه مشکلات طرح های زمان جنگ مشاهده کرد که بعضی از طرح ها و عناصر جایگزین که به علت کمبود مواد و قطعات مورد استفاده قرار گرفته بودند، کارآیی بهتر با قیمت کمتر دارند.

در سال ۱۹۴۷ این وظیفه بر عهده لارنس مایلز (پدر مهندسی ارزش) مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک نهاده شد. مایلز تأکید داشت تمرکز روی کارکردها موجب ایجاد آزادی اندیشه و تفکر برای نائل شدن به راه حل های بهتر می شود و مایلز این روش را تحت عنوان تحلیل ارزش ارائه نمود و روش تحلیل ارزش به عنوان یک استاندارد در شرکت جنرال الکتریک پذیرفته شد.

در سال ۱۹۴۵ دفتر کشتی سازی نیروی دریایی، اولین مجموعه از سازمان دفاع آمریکا بود که برنامه تحلیل ارزش را به صورت رسمی شروع کرد. عنوان تحلیل ارزش در این مرحله و به منظور تأکید بر جنبه های مهندسی به مهندسی ارزش تغییر یافت.

در سال ۱۹۶۲ سازمان ناسا مطالعه مهندسی ارزش و آموزش آن را شروع کرد. تا سال ۱۹۶۷ صنعت ساختمان تمایل کمی در به کارگیری مهندسی ارزش نشان می داد تا اینکه در دوازدهمین کنفرانس سالانه انجمن آمریکایی مهندسان ارزش در سال ۱۹۷۲ بر به کارگیری تحلیل ارزش در صنعت ساختمان تأکید کرد.

در ایران از سال ۱۳۷۸ موضوع مهندسی ارزش در برخی از دانشگاه ها، وزارت نفت و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور مطرح گردید و سمینارهایی در این زمینه برگزار شد.

تدوین دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش توسط سازمان مدیریت و برنامه کشور در سال ۱۳۷۹ دورنمای روشن و امیدوارکننده ای را برای توسعه فرهنگ و به کارگیری مهندسی ارزش و تدوین الزامات قانونی در سال ۱۳۸۱ تأسیس و شروع به فعالیت نمود، از اهداف انجمن توسعه مهندسی ارزش و به کارگیری آن در پروژه های صنعتی، عمرانی و تولیدی و خدماتی و غیره است.

موارد زیر چند مورد از پروژه های عمرانی و مقالاتی در زمینه مهندسی می باشند :

-تدوین الگو و چارچوبی جامع برای شناسایی، اولویت بندی و آنالیز عوامل بحرانی موفقیت مطالعات مهندسی ارزش در صنعت ساخت و ساز ایران

-کاربرد مهندسی ارزش در بهبود طراحی پروژه های ساختمانی

-مطالعه مهندسی ارزش تقاطع غیره مسطح رضوان - رحمت شهر شیراز (کنترل ترافیک)

-مطالعه مهندسی ارزش در احداث پل فلزی ساری

- مهندسی ارزش در پروژه پل

- کاهش هزینه با بکارگیری روش مهندسی ارزش در پروژه های نوسازی مدارس

- بررسی مهندسی ارزش در پروژه های در دست بهره برداری (مطالعه موردی: اداره کل نوسازی ، توسعه و تجهیز مدارس استان سمنان)

روش پژوهش

پژوهشگر پس از تهیه و تنظیم موضوع تحقیق باید در فکر انتخاب روش تحقیق باشد. هدف از انتخاب روش تحقیق این است که مشخص نماییم برای بررسی موضوعی خاص، چه روش تحقیقی لازم است و محقق چه روش و شیوه‌ای را اتخاذ کند تا هر چه دقیق‌تر و سریع‌تر به پرسش یا پرسش‌های تحقیق مورد نظر دست یابد (سلیمیان و جمشیدی ۱۳۸۴).

هر تحقیق و پژوهشی در واقع یکسری فعالیت نظام‌مند بوده که طی آن، یا دانش گسترش می‌یابد، یا وضعیتی توصیف و تبیین می‌گردد و یا در نهایت مسأله و مشکل خاصی راه‌حل‌جویی می‌شود. هر تحقیقی با یک مسأله و هدف خاصی آغاز می‌شود. در تحقیق مذکور در قسمت‌های ابتدایی که به مباحث تئوریک و نظری مهندسی ارزش در پروژه‌های ساختمانی پرداخته شده، پژوهش‌ها به صورت بنیادی و پایه‌ای صورت می‌گیرد و در قسمت‌های بعد که به بحث ارائه معیارها و روش‌های ارزیابی و نمونه مطالعه موردی پرداخته شده، پژوهش بیشتر جنبه کاربردی و ابزاری پیدا می‌کند. به طور کلی می‌توان گفت که در این پژوهش، تحقیق بنیادی و پایه (مبانی نظری بیان شده در قسمت ادبیات موضوع) به عنوان مبنا و پایه‌ای برای تحقیق کاربردی استفاده شده است.

این پژوهش از نظر مکانی، هر دو بعد تحقیقات کتابخانه‌ای و میدانی را شامل می‌شود؛ به این نحو که ابتدا به مطالعات کتابخانه‌ای در زمینه‌های: مهندسی ارزش، بهینه‌یابی اجزای ساخت قبل از اجرا و روش ارزیابی گزینه‌ها، پرداخته می‌شود. سپس از طریق برگزاری مصاحبه حضوری و غیر ساختارمند با دست‌اندرکاران و خبرگان امر (جامعه مهندسين درگیرکار در دستگاه اجرایی نوسازی مدارس مازندران) نسبت به تهیه فهرست نهایی پیشنهادی موثر جهت بهبود پروژه‌های ساختمانی اقدام می‌گردد. نهایتاً با معرفی یک نمونه موردی برگزاری کارگاه مهندسی ارزش در مرحله قبل از اجرا (طراحی تا مناقصه) کاربست عملی متدولوژی مهندسی ارزش در راستای هدف تحقیق (که استفاده از مهندسی ارزش در راستای بهینه‌یابی اجزای ساخت در این مرحله می‌باشد)، نشان داده می‌شود.

تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

افزایش دوره ساخت پروژه‌های عمرانی به علت کمبود بودجه‌های کشور و در نتیجه معطل ماندن هزینه‌های انجام شده پروژه، زبان فراوانی را بر اقتصاد کشور وارد می‌کند. بازگشت سریعتر هزینه‌های سرمایه‌ای، به منظور کاهش زیان اقتصادی، ضروری بوده و مستلزم انجام سریعتر پروژه‌ها می‌باشد. شتابزدگی و بی‌توجهی برای بالا بردن سرعت (حتی در مرحله طراحی) موجب کم‌رنگ شدن مؤلفه‌های کیفی می‌شود. در نتیجه انتظار می‌رود حداقل یکی از اهداف اجرایی پروژه‌های عمرانی (زمان به موقع، کیفیت بالا، هزینه مناسب) محقق نگردد.

کشورهای زیادی در جهان با بکارگیری مبحث مهندسی ارزش توانستند صرفه‌جویی‌های چشمگیری در پروژه‌های عمرانی و صنعتی خود ایجاد کنند. در کشور ما از سال ۱۳۷۸ بحث مهندسی ارزش آغاز شده است. به دنبال تلاشهای گسترده در زمینه ترویج فرهنگ مهندسی ارزش، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، اجرای برنامه مهندسی ارزش را برای دستگاههای اجرایی کشور الزامی دانسته است. در همین راستا تصمیم گرفتیم مطالعه مهندسی ارزش را در زمینه انجام پروژه‌های اجرایی برای اداره کل نوسازی مدارس استان مازندران انجام دهیم که در این پژوهش به شرح مراحل و دستاوردهای آن در این فصل بصورت توصیفی به وسیله AHP و به کمک نمودار FAST به تجزیه و تحلیل می‌پردازیم.

معرفی پروژه موردی

پروژه مورد مطالعه در این پژوهش، پروژه احداث مدرسه حضرت معصومه (س) زاغمرز - بهشهر می‌باشد. که بصورت کلی کاربری‌های مورد نیاز کارفرما (اداره کل نوسازی مدارس استان مازندران) در این پروژه شامل: ساختمان آموزشی، محوطه سازی، دیوارکشی و سردرب ورودی می‌باشد.

شرح مختصری در خصوص اداره کل نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس و ماموریت آن

سازمان نوسازی، توسعه و تجهیز مدارس کشور با شروع فعالیت در بهار سال ۱۳۵۵ به طور رسمی به عنوان یک دستگاه اجرایی، خدمات خود را به وزارت آموزش و پرورش به عنوان دستگاه بهره بردار عرضه می نمود، که بهره مندان حقیقی آن نیز دانش آموزان سراسر کشور و اقصی نقاط میهن عزیزمان به شمار می آیند. این سازمان به منظور انجام عملیات های فنی و اجرایی با تشکیل گروه های نوسازی و تجهیز مدارس در ادارات کل استان های کشور فعالیت خود را دنبال می نماید. اداره کل نوسازی مدارس استان مازندران نیز از بدو تأسیس، به عنوان یکی از بازوان اجرایی سازمان متبوع، اجرای عملیات ساخت و ساز، تعمیر و تجهیز مدارس را در این خطه از ایران عزیز به عهده دارد.

متغیرهای تحقیق

۱- متغیر مستقل

عوامل موثر بر بکار گیری مهندسی ارزش در پروژه های اجرایی عبارت است از: مدیریت زمان، مدیریت هزینه، مدیریت کیفیت.

۲- متغیر وابسته

قوانین و مقررات، ساختار سازمانی مشخص.

تشریح روند اجرای مطالعات مهندسی ارزش

بر اساس استاندارد روش مهندسی ارزش، فرآیند کار در سه مرحله مطالعات مقدماتی مهندسی ارزش، مطالعات مهندسی ارزش و مطالعات تکمیلی به شرح زیر صورت گرفت:

در مرحله مطالعات مقدماتی، مشاور مهندسی ارزش جلساتی با شرکت مهندسين طراح و کارشناسان برآورد در دفتر واحد برآورد اداره کل برگزار شد. سپس، مرحله مطالعات مهندسی ارزش با مشارکت کارشناسان دستگاه اجرایی در حوزه فنی و اجرایی تشکیل گردید. در پایان نتایج حاصل از این پژوهش به مسئول مافوق ابلاغ گردید، تا در صورت صلاحدید، جمع بندی و نتایج در پروژه های مشابه تا حد امکان مورد بهره برداری قرار گیرد.

گردآوری اطلاعات و تکمیل مجموعه داده ها

- منابع اولیه در مورد این پروژه عبارتند از: نقشه ها، مشخصات فنی و اطلاعات فنی-اقتصادی طرح
- منابع ثانویه نیز عبارتند از: آیین نامه ها، قوانین و مقررات موجود- بازدید از محل پروژه- پروژه های مشابه.

تعیین معیارهای ارزیابی

براساس پرسش نامه ای که در فصل پیش مورد بحث و سنجش قرار گرفت، معیارهای: کاهش هزینه، افزایش کیفیت، کاهش زمان اجرا، سهولت نگهداری و تعمیرات و کاهش مصرف انرژی، برای این پروژه معیارهای مناسبی تشخیص داده شدند.

تعیین محدوده مطالعات

با توجه به خواسته های کارفرما و مرحله اجرای مهندسی ارزش، محدوده مطالعات مهندسی ارزش، بهینه یابی اجزای ساخت پروژه قبل از برگزاری مناقصه، انتخاب گردید.

مطالعات ارزش

در این مرحله، بر اساس اطلاعات برآمده از فاز مطالعات مقدماتی، مطالعات اصلی مهندسی ارزش صورت می‌پذیرد. هدف از این مرحله، تکمیل مجموعه داده‌هایی است که تهیه آنها از مرحله مطالعات مقدماتی، آغاز شده است.

تفصیل این مرحله به شرح زیر است:

۱- مرحله گردآوری اطلاعات

در این مرحله نقشه‌ها و مشخصات فنی ارسالی از طرف دفتر فنی، بررسی و برای رفع کاستی‌ها در مورد برخی جزئیات و اجزاء با دفتر فنی مکاتبه شد.

۲- مرحله تحلیل کارکرد

در این مرحله، کارکردها و اهداف عملکردی بخش‌های مختلف پروژه، مورد بررسی قرار گرفته و تعریف شدند. با توجه به تفاوت عملکردی، اجزای مختلف پروژه به صورت جداگانه بررسی و کارکردهای اصلی مشخص گردید. نهایتاً، پس از تحلیل کارکردها و مطابق با نیازهای کارفرما، حوزه‌های بهبود، جهت طرح در مرحله خلاقیت و ایده‌پروری مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. سپس، بخش‌های قابل بررسی جهت مرحله خلاقیت انتخاب گردیدند. نتایج تحلیل کارکردها در جدول ۵-۱ نشان داده شده است.

محدوده کاری پروژه

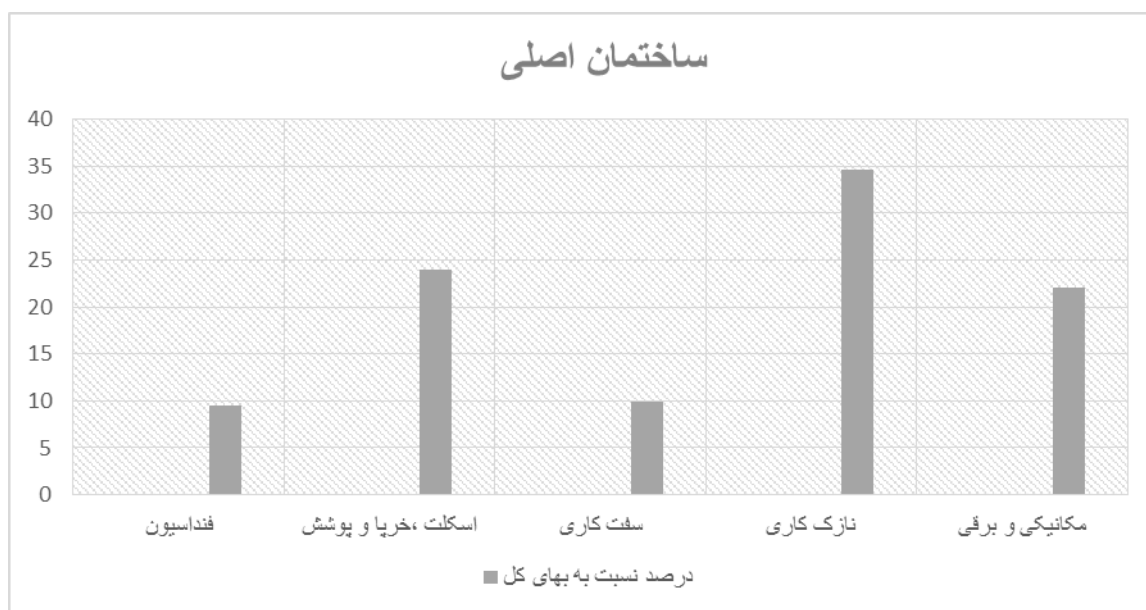
همانطور که پیشتر بیان شد، پروژه مورد مطالعه در این تحقیق مدرسه حضرت معصومه (س) زاغمرز شهرستان بهشهر می‌باشد.

تعیین اجزای پروژه

اجزای اصلی ساخت (بخش ساختمان اصلی) در پروژه مذکور به شرح در جدول ذیل آمده است.

جدول و نمودار محاسبه بهای کل ساختمان اصلی

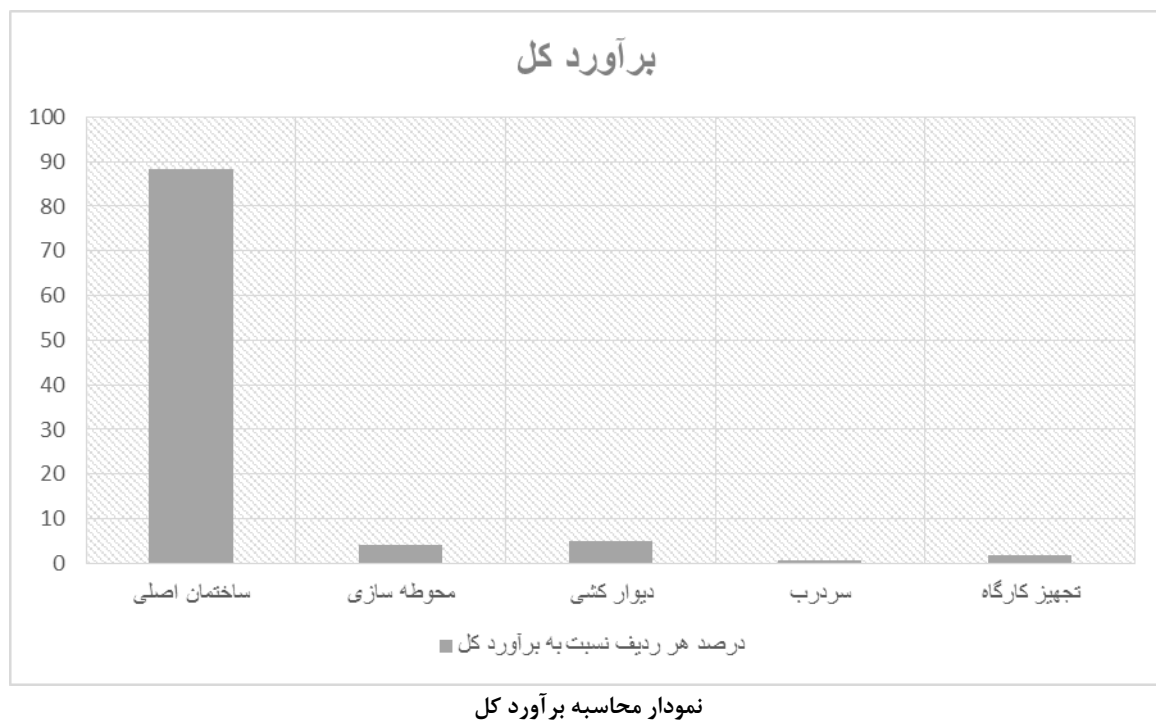
عنوان	شرح اجزا	بهای کل	بهای هر ردیف	درصد نسبت به بهای کل ساختمان
ساختمان اصلی	فنداسیون	۱۴/۵۶۴/۲۲۲/۳۶۲	۱/۳۹۲/۳۳۹/۸۵۶	۹/۵۶
	اسکلت، خرپا و پوشش		۳/۴۸۰/۸۴۹/۱۴۵	۲۳/۹
	سفت کاری		۱/۴۵۰/۵۹۶/۵۴۷	۹/۹۶
	نازک کاری		۵/۰۳۱/۹۳۸/۸۲۶	۳۴/۵۵
	مکانیکی و برقی		۳/۲۰۸/۴۹۸/۱۸۶	۲۲/۰۳



نمودار محاسبه بهای کل ساختمان اصلی

جدول محاسبه برآورد کل

عنوان	شرح اجزا	برآورد کل	مبلغ برآورد هر ردیف	درصد هر ردیف نسبت به برآورد کل
مدرسه حضرت معصومه (س) زاغمرز	ساختمان اصلی	۱۶/۴۷۷/۱۳۸/۶۹۰	۱۴/۵۶۴/۲۲۲/۳۶۲	۸۸/۴۰
	محوطه سازی		۶۹۰/۲۵۹/۵۰۰	۴/۲
	دیوار کشی		۸۰۹/۳۱۵/۴۵۰	۴/۹
	سردرب		۱۲۳/۳۴۱/۳۷۸	۰/۷
	تجهیز کارگاه		۲۹۰/۰۰۰/۰۰۰	۱/۸۰



تعیین کارکرد (معیار) اجزای پروژه

۱- شرح تحلیل کارکرد

تحلیل کارکرد و ترسیم نمودار fast به عنوان قلب مهندسی ارزش تعریف می گردد و انجام کامل و دقیق آن نقش تعیین کننده ای در شناسایی کشتزارهای خلاقیت و تحلیل هزینه ناشی از تغییرات بکارگیری ایده های جدید دارد. مطابق مطالعات و تحقیقات انجام شده و نظر متخصصین و خبرگان کارکرد های هریک از اجزای ساخت در پروژه اجرایی سازمان نوسازی مدارس استان مازندران در خصوص ساخت پروژه مدرسه حضرت معصومه (س) زاغمرز به شرح ذیل تعیین می گردد.

۲- شناسایی کارکردها

اجزای اصلی ساختمان اصلی پروژه و کارکرد های مهم آن و نوع کارکرد آنها به شرح جدول ذیل می باشد

جدول شناسایی کارکردها

عنوان اصلی	اجزا	زیر اجزا	نوع کارکرد
	فنداسیون	پی کنی و اجرای فنداسیون	اصلی
		ستون ها	اصلی
		تیرها	اصلی
		سقف و تیرچه بلوک	اصلی

ساختمان اصلی	اسکلت، خرپا و پوشش	خرپا و پرلین	اصلی
		پوشش سقف	اصلی
	سفت کاری	کرسی	اصلی
		دیوار تری دی پنل	اصلی
	نازک کاری	شاتکریت، سیمان کاری و سفید کاری	اصلی - فرعی
		سرامیک دیواره	فرعی
		موزایک کف	فرعی
		سقف کاذب	فرعی
		کارهای سنگی و آجری	فرعی
		درو پنجره	اصلی
		نمای ساختمان	اصلی - فرعی
		شیشه و نقاشی	اصلی - فرعی
		-----	اصلی - فرعی
	مکانیکی و برقی		

محاسبه ارزش اجزا

۱- ساختار هزینه

هزینه های محاسبه در این تحقیق در جدول (۴-۱) و جدول (۴-۲) بر اساس فهرست بهای رشته های ابنیه، تاسیسات مکانیکی و تاسیسات برقی سال ۱۳۹۵ با احتساب کلیه ضرایب فهرست بها میباشد و اضافه میگردد با هزینه های پیشنهادی پیمانکار متفاوت می باشد. همانطور که در جدول (۴-۲) ملاحظه می فرمایید سهم ساختمان اصلی به میزان ۸۸/۴ درصد بالا ترین تاثیر مالی را در کل برآورد داشته است. و بعد از آن به ترتیب دیوار کشی به میزان ۴/۹ درصد و محوطه سازی به مقدار ۴/۲ درصد قرار دارد. با توجه به قانون پارتو (۲۰/۸۰) در بررسی و مهندسی ارزش پروژه، بیشترین تمرکز مان باید بر روی ساختمان اصلی باشد. در ادامه با توجه به جدول شماره (۴-۱) بیشترین تاثیر مالی در ساختمان اصلی مربوط به ردیف نازک کاری به میزان ۳۴/۵۵ درصد میباشد. که بعد از آن به ترتیب اجرای اسکلت و خرپا و پوشش به میزان ۲۳/۹، تاسیسات مکانیکی و برقی به مقدار ۲۲/۰۳، سفت کاری با ۹/۹۶ درصد و فنداسیون به مقدار ۹/۵۶ درصد قرار دارد. آنچه که مسلم است بارصد اجزای مختلف ساختمان اصلی در رشته های ابنیه، تاسیسات برقی و مکانیکی می توان به نتایجی قابل قبول دست یافت. و با نگاهی عمیق تر شاید پیگیری این مهم از مرحله امکان سنجی و باز طراحی در رشته های ابنیه (معماری و سازه)، مکانیکی و برقی

، یقیناً به ارزشمندتر شدن پروژه کمک خواهد کرد. اما در این پژوهش با رویکرد تمرکز بر رشته ابنیه مقرر است، در بررسی پیشنهادها، اجزای ساخت در فاز نازک کاری، سپس فاز سفت کاری و در ادامه خرپا و پوشش مورد پایش قرار گیرد، چرا که در این بستر بیشترین نتایج ارزش حاصل خواهد شد.

۲- معیارهای ارزش

معیارها به منظور مقایسه گزینه ها و ایده های مختلف در فاز های ارزیابی و توسعه مشخص میشوند. این معیارها در طول مطالعات، بازنگری، اصلاح و نسبت به یک دیگر وزن دهی خواهند شد.

گروه مهندسی ارزش پس از بررسی به اتفاق، معیارهای ارزش را که در انتخاب ایده های برتر ملاک ارزیابی قرار می گیرند که به شرح ذیل تعیین نمودند:

(۱) کاهش هزینه

(۲) کاهش زمان اجرا

(۳) افزایش کیفیت

(۴) سهولت نگهداری و تعمیرات

(۵) کاهش مصرف انرژی

۳- فرآیند اندازه گیری ارزش اجرای پروژه

ارزش اجزای پروژه مطابق مراحل ذیل تعیین می گردد:

(الف) شناخت سیستم و کاربردهای اجزای تشکیل دهنده آن

(ب) شناسایی و کمی نمودن خواسته ها و نیازهای مشتری

(ج) شناسایی اجزای پروژه و فاکتورهای موثر بر کارکرد سیستم (پروژه)

(د) محاسبه هزینه های اجزای پروژه

(و) محاسبه شاخص ارزش اجزای پروژه (بررسی شکاف ارزش)

با توجه به شناسایی و کاربردهای اجزای تشکیل دهنده پروژه در قسمت های ساختمان اصلی که توسط متخصصان و خبرگان بررسی و مطرح شده است، در ضمن شناسایی خواسته ها و نیازهای مشتریان و ذینفعان در پروژه که شامل پیمانکار، کارفرما، مشاور ها و مهندسان عمران و معماری نیز از فاکتورهای مهم و موثر بر پیشرفت و بهره برداری سریع تر پروژه می باشند.

جدول وزن دهی معیارهای ارزیابی

ردیف	معیارهای ارزیابی	وزن (۹-۱)
F1	کاهش هزینه	۹
F2	افزایش کیفیت	۸
F3	کاهش زمان اجرا	۶
F4	کاهش مصرف انرژی	۴
F5	سهولت نگهداری و تعمیرات	۴

روش فوق (جدول ۴-۴) مبتنی بر مقایسه زوجی است؛ بدین معنی که اجزای دو گزینه را با هم مقایسه میکند و در دامنه ۱ تا ۹ به آنها امتیاز میدهد. مقدار ۱ مربوط به حالت برابری گزینه ها و مقدار ۹ مربوط به وضعیتی است که گزینه ای کاملاً بر دیگری برتری دارد. اعداد میانی حد واسط این دو حالت است. همچنین در این روش، میتوان میزان سازگاری و ناسازگاری اطلاعات ورودی را با تصمیم ها محاسبه کرد. این از ویژگیهای این روش در تصمیم گیری چندمعیاره است. برخی از فرضیات اولیه طراح میتواند هزینه های زیادی را به طرح تحمیل کند، که نه طراح به آن فکر میکند و نه در بررسی های معمول کارفرمایان خود را نشان میدهد.

در مهندسی ارزش یکی از روشهای بهبود فرآیند طراحی در فاز خلاقیت می باشد، که با برنامه کاری مشخص خود الگو و روشی گام به گام برای حل مجدد مسئله طراحی ساختمان مدرسه فراهم می آورد. در این تحقیق سعی کردیم قابلیت کاربرد مهندسی ارزش در پروژه های ساختمانی و معتبر بودن معیارهای ارزیابی که در جدول (۴-۴) آن را وزن دهی کردیم. طراحی را نقد و بررسی و اثبات کنیم در این تحقیق با استفاده از معیارهای ارزیابی طرحهای ساختمانی مدارس و نوسازی و بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی، چند مورد از معیارهایی که مهم تر از معیارهای دیگر بوده و بر اساس خواسته ما در این پژوهش بوده، پروژه را ارزیابی و گزینه ارزشمندتر را از میان برترین موارد انتخاب کنیم.

فاز خلاقیت

هدف از فاز خلاقیت، تولید ایده های متعدد برای عملیاتی کردن هریک از کارکردهای انتخاب شده در انتهای فاز تحلیل کارکرد است، در این مرحله برای تولید و جمع آوری خلاقیت و ایده های پیشنهادی فرم مخصوص تهیه و بین افراد با تخصص و نگرش های متفاوت توزیع و در این زمینه نظر خواهی شد. همچنین جلسات متعدد طوفان فکری با حضور تیم مهندسی ارزش دست اندرکار پروژه برگزار گردید. سپس ایده ها و نظرات جمع آوری شده و هر یک از ایده ها در کارکردهای مربوطه دسته بندی شده تا برای فاز ارزیابی آماده شود.

ایده ها و نظرات پیشنهادی:

- ۱- حذف سقف کاذب کناف در فضاهای غیر از راهروها (استفاده از سقف کاذب کناف در راهروها)
- ۲- حذف سیستم خرپا و پوشش بام و استفاده از سقف تیرچه بلوک در طبقه نهایی
- ۳- حذف سرامیک دیواره داخلی و استفاده از سنگ در بدنه
- ۴- حذف نما و بسنده کردن به نرمه کشی

- ۵- استفاده از رنگ در نما
- ۶- حذف سفیدکاری در نمای داخلی (بشرط استفاده از سیستم دیواره های پیش ساخته کناف)
- ۷- حذف تری دی پنل و جایگزین کردن مصالح سبک مانند AAC یا سیستم درای وال
- ۸- حذف روسازی آسفالتی در محوطه و پیگیری جایگزین ارزانتر مناسب و دارای ظرفیت و ماندگاری بیشتر مانند بتن الیافی
- ۹- حذف پنجره آلومینیومی و جایگزینی UPVC (به شرط تضمین کیفیت)
- ۱۰- حذف نقاشی رنگ پلاستیک فضاهای داخلی
- ۱۱- استفاده از سنگهای با آیتم های مناسبتر و کم هزینه تر در عملیات سنگی
- ۱۲- استفاده از گچی پلیمری در فضای داخلی
- ۱۳- استفاده از سیمان پلیمری در سطوح خارجی
- ۱۴- حذف بخشی از متراژ محوطه سازی جهت اختصاص به فضای سبز و فضای زمین بازی
- ۱۵- حذف دیوار و استفاده از نرده کشی یا فنس کشی برای دیواره محوطه
- ۱۶- بازنگری در نمای داخلی دیوار محوطه و حذف عناصر هزینه بر غیر ضروری
- ۱۷- بازنگری در طرح سردرب با نگاه حذف عناصر هزینه بر غیر ضروری
- ۱۸- کنکاش در رقم تجهیز کارگاه برای پیدا کردن آیتم جهت کاهش رقم ریالی آن
- ۱۹- بررسی مجدد ارتفاع های موجود در محوطه جهت یافتن راهی برای کاهش مخلوط محوطه
- ۲۰- بررسی کلی مقادیر متره و ضرایب اعمالی در پروژه در حین برآورد جهت جلوگیری از خطای انسانی

فاز ارزیابی:

هدف از این فاز، همانند سازی ایده های تولیدشده در فاز خلاقیت و انتخاب ایده های دارای امکان بسط و توسعه در فرایند مطالعه ارزش می باشد. برای این کار جلسات تیم مهندسی ارزش برگزار گردیده و با توجه به معیارهای ذکر شده در مرحله پیش مطالعه که عبارتند از کاهش هزینه های انجام شده برای پروژه و افزایش ارزش حاصله از ساخت این پروژه می باشد، کلیه نظرات و ایده های پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفت و دلایل قبول و رد این نظرات بصورت کارشناسی ارزیابی گردید.

پیشنهادهای مورد قبول نهایی :

- ۱- حذف سقف کاذب کناف در فضاهای غیر از راهروها (استفاده از سقف کاذب کناف در راهروها)
- ۲- استفاده از سیستم خشک یا بلوک AAC و سیستم های بتن سبک

۳- حذف خرپا و ورق پوشش بام و استفاده از سقف تیرچه بلوک در طبقه نهایی

۴- اجرای نمای مینرال یا استفاده از گونه های رنگ

۵- حذف سرامیک دیواره داخلی و استفاده از سنگ در بدنه

استفاده از فوم بتن در کفسازی، استفاده از پنجره UPVC (به شرط تضمین کیفیت) نیز به عنوان مواردی هر چند با اهمیت پایینتر (با تاثیر گذاری کمتر) مورد توافق قرار گرفت . ناگفته نماند در خصوص برخی پیشنهادهای دیگر نیز بحث شد ، ولی بدلیل اینکه قراردادهای در چهارچوب فهرست بوده و برخی آیتمها مانند گچ پلیمری ، سیمان پلیمری و بتن الیافی کف محوطه آیتمی موجود نبود ، خود به خود از پیشنهادات حذف گردید .

دلایل رد یا قبول پیشنهادات :

۱- موضوع حذف سقف کاذب در فضاهای غیر از راهروها از این جهت مورد قبول شد که از تبعات آن کاهش ارتفاع ستون ها و دیوارها خواهد بود که نهایتاً " هم در مقادیر بتن و میلگرد ستون ها کاهش ایجاد کرده و هم در مقادیر نمای داخلی فضاها و مقادیر نمای خارجی کاهش ایجاد کرده که بطور موثر و قابل ملاحظه از هزینه ها کاسته می شود.

۲- استفاده از سیستم خشک مانند کناف یا بلوک های سبک (مانند AAC، لیکا،...) منجر به کاهش وزن هرچند جزئی شده که در صورت عدم دخالت این کاهش در بازطراحی سازه ای ، حداقل حاشیه امن سازه بالاتر رفته است. ضمناً به لحاظ استاندارد و پایداری در برابر حریق نسبت به دیوار تری دی پنل مناسب بوده ، مضاف بر این پرتی مصالح ناشی از استفاده از تری دی پنل را نیز دارا نمی باشد .

۳- استفاده از فوم بتن در کف سازی ها هر چند ناچیز منجر به کاهش وزن سازه شده و این کاهش نیز هرچند جزئی در بهبود عملکرد سازه موثر می باشد.

۴- موضوع استفاده از سقف تیرچه بلوک در طبقه نهایی با توجه به اینکه پروژه در منطقه جغرافیایی زاغمرز بهشهر واقع شده بلامانع می باشد، و همین جابجایی که منجر به حذف خرپای فلزی و ورق پوشش روی آن می شود در کاهش هزینه برآورد پروژه موثر می باشد. در عین حال در رصدهای صورت گرفته از پروژه های بهره برداری شده مدارس ، مشکل نشت آب باران در برخی پروژه های دارای بام شیروانی را (با شیب بندی و ایزوگام مناسب بام تخت) دیگر نخواهیم داشت .

۵- استفاده از پنجره UPVC بجای پنجره آلومینیومی هرچند تفاوت محسوسی در برآورد هزینه ها مشاهده نمی شود اما به جهت پرت حرارتی کمتر، قابل تامل می باشد.

البته به جهت کیفیت های متفاوت در بازار مراقب باشیم، در فاز کنترل و نظارت انتخاب های باکیفیت صورت گیرد.

۶- در خصوص اجرای نما استفاده از جایگزین هایی مانند نمای مینرال یا انواع گونه های رنگ بجای بتن شسته در کاهش هزینه موثر می باشد. همچنین در بخش نماهای غیرنمایان می توان از کینتکس یا مصالح ارزانتر استفاده کرد ، که این نیز به نوبه خود منجر به کاهش هزینه می شود. ولی همین مهم در صورتیکه ماندگاری نما و سهولت نگهداری مد نظر باشد ، با رویکرد دراز مدت حفظ بتن شسته نما در افزایش ارزش آیتم نما موثرتر واقع می باشد .

۷- در خصوص استفاده از بتن الیافی در کف فضای محوطه بجای آسفالت هرچند از هزینه برآورد پروژه کم نمی شود ولی به جهت دوام و قابلیت باربری مناسب قابل تامل می باشد. در کنار موارد پیش گفته ، محدودیتی بنام سقف آیتم های ستاره

دار در عقد قراردادهای طرحهای عمرانی وجود دارد که ما را از بکارگیری مصالح خارج از آیتم های فهرست بها منع می کند که بتن الیافی نیز از جمله این موارد می باشد.

ردیف	پیشنهادهای	پیامدهای حاصل
۱	استفاده از سقف کاذب کناف فقط در راهروها	کاهش هزینه
		کاهش زمان اجرا
۲	استفاده از بلوک AAC جهت دیوار به جای تری دی پنل	کاهش زمان اجرا
		افزایش کیفیت
		کاهش مصرف انرژی
۳	حذف خرپا و ورق پوشش بام و استفاده از سقف	کاهش زمان اجرا

۸- در کنار موارد فوق بحث بررسی کلی مقادیر متره پروژه به همراه کنترل ضرایب اعمالی جهت جلوگیری از خطاهای انسانی مدنظر قرار گیرد.

توضیح اینکه پروژه فوق دارای اسکلت بتنی در سه طبقه براساس آخرین ویرایش آیین نامه های مربوطه طراحی شده است. و در بحث فضاهای طراحی شده در فاز معماری فرض براین است که فضاها دارای قابلیت های مناسب و استاندارد بوده و همین فرم مورد قبول می باشد. چراکه در غیر اینصورت می توانستیم در این حوزه نیز بحث های مفصلی داشته باشیم.

آنچه که در این میان به موضوع بررسی یا بهینه یابی اجزای ساخت در گزینه های مختلف قابل حصول است ، ترکیبی از پیشنهادات فوق و قیاس آن در حالت های مختلف می باشد .

کاهش مصرف انرژی	تیرچه بلوک در طبقه نهایی	
سهولت نگهداری و تعمیرات		
کاهش هزینه		
کاهش زمان اجرا	اجرای نمای مینرال (سنگ استن) یا رنگ در نما نسبت به بتن شسته	۴
کاهش هزینه		
سهولت نگهداری و تعمیرات	استفاده از سنگ در بدنه داخلی دیوارها به ارتفاع ۱.۱۰ به جای سرامیک	۵
افزایش کیفیت		

با این تعریف بررسی گزینه ها در حالات مختلف با ترکیب اجزای ساخت شرح زیر می باشد :

گزینه ها	دیوار	سقف کاذب کناف	سقف نهایی	بدنه داخلی تا ارتفاع ۱.۱۰	نما	سایر اجزای ابنیه ، مکانیکی و برقی	هزینه ساختمان (میلیون ریال)
1	تری دی پنل	سراسری در تمامی فضاها	خرپا و پوشش ورق	سرامیک	بتن شسته	ثابت	14,564
2	تری دی پنل	سراسری در تمامی فضاها	تیرچه بلوک و شیب بندی	سرامیک	بتن شسته	ثابت	14,495
3	تری دی پنل	فقط راهروها	تیرچه بلوک و شیب بندی	سنگ	بتن شسته	ثابت	14,122
4	بلوک AAC	سراسری در تمامی فضاها	خرپا و پوشش ورق	سرامیک	بتن شسته	ثابت	13,854
5	بلوک AAC	فقط راهروها	تیرچه بلوک و شیب بندی	سنگ	بتن شسته	ثابت	13,747
6	بلوک AAC	فقط راهروها	تیرچه بلوک و شیب بندی	سنگ	مینرال (سنگ استن)	ثابت	13,525

توضیح اینکه هزینه ها بر اساس فهرست بهای ۱۳۹۵ با احتساب کلیه ضرایب می باشد . در صورتی که به جدول بالا دقت کنیم ، گزینه ۶ ترکیب تمام پیشنهادهای مورد قبول را در خود دارا می باشد . هدف از تفکیک گزینه ها بشکل بالا بررسی موضوع بیشتر از منظر هزینه بوده است ، چرا که راهبرد کاهش هزینه در کنار کیفیت مطلوب یکی از راهبردهای مورد تایید سازمان ها در جهت بهینه سازی هزینه ها می باشد ، و یقیناً در شرایطی که دولت با کسر بودجه در پروژه های عمرانی مواجه است، مهندسی ارزش با رویکرد کاهش هزینه در حال حاضر بهترین استراتژی می باشد .

در مورد یک ساختمان مشخص، به طور بالقوه می توان بیشمار حالت ترکیبی از اجزای ساخت را در قالب گزینه ها داشت که البته تمام آنها مناسب و ارزشمند نمی باشند. و ما سعی کردیم ترکیب بهترین حالتها را مورد رصد قرار دهیم .

معیارها	وزن معیار	گزینه ۱		گزینه ۲		گزینه ۳		گزینه ۴		گزینه ۵		گزینه ۶	
		وزن	نمره از معیار	وزن	نمره از معیار	وزن	نمره از معیار	وزن	نمره از معیار	وزن	نمره از معیار	وزن	نمره از معیار
کاهش زمان اجرا	6	36	6	36	6	36	6	42	7	48	8	48	8
سهولت تعمیر و نگهداری	4	20	5	20	5	24	6	24	6	28	7	24	6
کاهش مصرف انرژی	4	28	7	28	7	24	6	28	7	24	6	28	7
افزایش کیفیت	8	32	4	32	4	40	5	56	7	56	7	48	6
کاهش هزینه	9	27	3	36	4	45	5	54	6	63	7	72	8
جمع کل وزن معیاری		143		152		169		204		219		220	
هزینه هر گزینه (میلیون ریال)		14,564		14,495		14,122		13,854		13,747		13,525	
شاخص ارزش = جمع وزن معیاری هزینه هر گزینه /		0.00982		0.01049		0.01197		0.01472		0.01593		0.01627	
ترتیب اولویت		6		5		4		3		2		1	

نکته : هرچه شاخص ارزش به عدد ۱ نزدیکتر باشد ، بهترین آیتم در مهندسی ارزش می باشد .

بنابراین جدول بالا گویای این مطلب است که گزینه ۶ بهترین گزینه می باشد. با دقت در جدول بالا مشاهده می شود که اختلاف بین گزینه ۱ و گزینه ۶ حدود یک میلیارد ریال می باشد. حال در کنار این رقم اگر در بخش نماهای غیرنمایان از کینتکس یا مصالح ارزانتر استفاده شود، حدود ۱۲۰ میلیون ریال کاهش هزینه خواهیم داشت. در ادامه در صورتی از مقدار آسفالت محوطه نیز کم شود و مقدار آن به ۱۰۰۰ مترمربع تقلیل یابد، رقمی حدود ۱۵۰ میلیون ریال کاهش هزینه خواهیم داشت. در کنار همه این موارد قطعا در صورتیکه موضوعات سازه ای، معماری، تاسیسات مکانیکی و برقی از منظر مهندسی ارزش مورد پایش قرار می گرفت، کاهش هزینه های بیشتری محتمل بود.

نتیجه گیری، پیشنهادات

در نیم قرن گذشته، افزایش جمعیت و کمبود منابع، سبب ایجاد روش ها و الگوهای کاری گوناگونی در زمینه های بهینه یابی فرآیندها، به خصوص در سازمان های پروژه محور شده است. یکی از این الگوها به مبحث بهبود شاخص ارزش در پروژه ها مربوط می شود که با عنوان هایی چون تحلیل ارزش، مدیریت ارزش، و مهندسی ارزش؛ طی شصت سال گذشته مطرح شده است. این روش با شناسایی شاخص های ارزش و با استفاده از ابزارهایی خاص برای بهبود ارزش در فرآیندها و پروژه ها و طرح های سرمایه گذاری کاربرد دارد.

مهندسی ارزش فرآیندی برای دستیابی به بهترین نتیجه ممکن است به گونه ای که کیفیت با هر واحد پولی که هزینه می گردد، بهبود یابد. ایجاد هم افزایی، بهبود ارتباطات بین تهیه کنندگان طرح و بهبود کارایی، از جمله نتایج مهندسی ارزش می باشد. بنابراین می توان منافع کاربرد مهندسی ارزش را به مراتب بیش از صرفه جویی صرف محسوب کرد.

هدف از این پژوهش، استفاده از مهندسی ارزش جهت بهینه یابی اجزای ساخت در مرحله پس از طراحی تا مناقصه در پروژه های ساخت مدارس در اداره کل نوسازی مدارس مازندران بود. بدین منظور علاوه بر مرور ادبیات مهندسی ارزش، نقش مهندسی ارزش در بهبود شرایط پروژه های ساختمانی مورد بررسی قرار گرفت. و بدین ترتیب فصل دوم تحقیق به این امور اختصاص یافت. پس از آن نیاز بود تا روش ارزیابی متناسب با متدولوژی مهندسی ارزش مورد بررسی قرار گیرد و نیز معیارهای ارزیابی و روش کار تدوین شود. به همین جهت، فصل چهارم طرح، به این موارد پرداخت و در نهایت احتیاج به یک نمونه موردی، به منظور درک از کاربرد متدولوژی مهندسی ارزش در عمل، وجود داشت؛ لذا در ادامه فصل چهارم تحقیق، پیاده سازی برنامه کاری مهندسی ارزش را در یک نمونه موردی، بیان داشت. و مقوله اجزای ساخت در پروژه های ساخت مدارس و نقش مهندسی ارزش در بهبود و یافتن جایگزینهای مناسب در آن مورد بررسی قرار گرفت.

سوال مطرح شده در این پژوهش، عبارت بود از:

چگونه بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه های اجرایی مدارس دولتی نوسازی مدارس استان مازندران، منجر به بهینه یابی (حذف، اصلاح یا جایگزینی کارکردهای غیرضروری) اجزای ساخت خواهد شد؟

حال در ادامه پاسخ این پژوهش به سوال فوق مورد بررسی قرار می گیرد.

از جمله زمینه های مستعد مهندسی ارزش، بکارگیری آن در کلیه فرآیندهای پروژه های ساختمانی می باشد. با توضیحاتی که در مورد هزینه های مرحله قبل از اجرا و میزان تأثیرگذاری این مرحله بر سایر هزینه های دوره عمر پروژه و همچنین کاستی های ارزشی معمول در این مرحله بیان شد، نتیجه می گیریم که مرحله قبل از اجرا از پتانسیل ارزشی بالایی در میان مراحل دوره عمر یک پروژه ساختمانی برخوردار می باشد.

برای یافتن گزینه های برتر نخست باید با استفاده از فرآیند مهندسی ارزش اقدام به تولید گزینه های ارزشمند نماییم و آنگاه نسبت به مقایسه و ارزیابی و برگزیدن بهترین گزینه اقدام نماییم.

مرحله قبل از اجرا در پروژه های عمرانی، شامل طراحی، تهیه برآورد و اسناد مناقصه، مناقصه و انتخاب پیمانکار می باشد که هر چه از بخش طراحی به طرف مناقصه و انتخاب پیمانکار و نهایتا اجرا جلوتر می رویم، هزینه اعمال تغییرات افزایش یافته و پتانسیل کاهش هزینه کمتر می شود و لذا پتانسیل خالص صرفه جویی به طور مداوم کاهش می یابد.

از آنجا که فرآیند طراحی، برآورد و تهیه اسناد مناقصه، یک کار گروهی فعال است، مهندسی ارزش می تواند ساختاری مکمل برای این فرآیند باشد.

نحوه عملی بهینه یابی اجزای ساخت توسط مهندسی ارزش، در پاسخ به سوال پژوهش، علاوه بر موارد فوق، به تفصیل در فصل چهارم (نمونه مطالعه موردی) بیان شد.

در مورد یک ساختمان مشخص، به طور بالقوه می توان بیشمار حالت ترکیبی از اجزای ساخت را در قالب گزینه ها داشت که البته تمام آنها مناسب و ارزشمند نمی باشند. برای آن که بتوان در مورد گزینه ها و مناسب بودن آنها قضاوت کرد، باید ابتدا معیارهای مناسبی در اختیار داشت و آنگاه باید گزینه ها را با توجه به برآورده کردن آن معیارها مورد سنجش قرار داد. در مراجع مختلف، به پاره ای از معیارهای مختلف ارزیابی اشاره شده است. پس از بررسی مراجع مذکور، در نهایت معیارهای: کاهش زمان اجرا، سهولت تعمیرات و نگهداری، کاهش مصرف انرژی، افزایش کیفیت و کاهش هزینه به عنوان پایه ای برای ادامه کار مورد توافق قرار گرفت.

یافته های تحقیق

۱- مهندسی ارزش تلاشی است سازمان یافته که با هدف بررسی و تحلیل تمام فعالیت های یک طرح (از زمان شکل گیری تفکر اولیه تا مرحله طراحی و اجرا و سپس راه اندازی و بهره برداری)، انجام می شود.

۲- علی رغم اینکه سازمان مدیریت و برنامه ریزی سابق برای مهندسی ارزش، دستورالعمل هایی تهیه کرده است؛ ولی هنوز قوانین و آیین نامه های جامع و کاملی در این زمینه تهیه نشده است. و به شدت خلا فقدان این مهم در دستگاه های اجرایی محسوس می باشد.

۳- از میان سه رأس هرم مدیریت یک پروژه ساختمانی (هزینه، کیفیت و زمان)، مهندسی ارزش به طور مستقیم با هزینه و کیفیت و به طور غیرمستقیم با زمان سروکار دارد. این مهم با بهینه یابی اجزای ساخت به طور مستقیم در جهت کاهش هزینه ها و افزایش سود گام برمی دارد، ضمن آنکه به دلیل جهت دهی به طراحی و همچنین جلوگیری از دوباره کاری های طراحی، به طور غیرمستقیم در زمان پروژه نیز صرفه جویی می کند.

۴- یکی از مولفه های مهم در موفقیت مطالعات مهندسی ارزش، انتخاب مقطع زمانی مناسب برای انجام این مطالعه است. به عبارت دیگر در انتخاب زمان انجام مطالعه ارزش باید به این نکته اساسی توجه داشت که همزمان با پیشرفت پروژه، امکان تغییرات پیشنهادی حاصل از مطالعات ارزش، به واسطه افزایش هزینه های اعمال تغییرات، کاهش می یابد و از همین رو باید تلاش شود مطالعات ارزش در مراحل اولیه پروژه (امکان سنجی و طراحی های مقدماتی و پیش از اجرا) انجام شود.

۵- مبنای مهندسی ارزش، استفاده از کار تیمی و هم افزایی خلاقیت افراد متخصص در زمینه مورد مطالعه است. از همین رو انتخاب صحیح و مناسب اعضای گروه مطالعات ارزش، یکی از مهم ترین مؤلفه های موفقیت این مطالعات محسوب می شود.

۶- نتایج حاصل از مطالعه موردی نشان داد که چگونه می‌توان با انجام مطالعات مهندسی ارزش، برای پروژه و ارکان آن، ارزش‌آفرینی نمود.

پیشنهاد تحقیقات آتی

- ۱- بررسی پروژه‌های ساختمانی احداث مدارس یا مواردی مشابه با رویکرد کاهش هزینه جهت استخراج گزینه‌های مناسب تر طراحی در تمام حوزه‌ها اعم از معماری، سازه، تاسیسات مکانیکی و تاسیسات برقی
- ۲- بررسی آیت‌های فهرست بها و ارائه طریق در خصوص الحاق آیت‌های جدید و مناسب (مطابق با فناوری روز) با رویکرد مهندسی ارزش
- ۳- بررسی چالش‌های پیش رو در اجرایی کردن مهندسی ارزش در دستگاه‌های اجرایی کشور

منابع:

- ای.یر، اس.اس (۱۳۸۳)، "روش به کارگیری مهندسی ارزش"، ترجمه محمدسعید جبل عاملی و سیدعلیرضا میرمحمد صادقی - چاپ دوم، تهران، انتشارات فرات.
- جبل عاملی، محمدسعید و عبایی، مزدک و قوامی‌فر، کامران (۱۳۸۳)، "جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه"، تهران، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
- سلیمی، محمدحسین و کریمی، محمود (۱۳۸۴)، "بهبود بی‌تردید: آموزش کاربردی مهندسی ارزش"، چاپ اول، تهران، انتشارات رسا و موسسه مطالعات نوآوری و فناوری ایران
- احراری، حمید (۱۳۷۹)، "مهندسی ارزش و جایگاه آن در برنامه‌ریزی طرح‌های عمرانی"، دومین همایش مهندسی ارزش طرح‌های عمرانی کشور، تهران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
- احمدی، لوزا (۱۳۸۴)، "دست‌یابی به بهبود مستمر در سازمان کاربرد مهندسی ارزش و تکنیک ۶ سیگما"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت.
- اعتصامی، علی و پرچی‌جلال، مجید (۱۳۸۰)، "پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش"، نخستین سمینار ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- افسری، مهتاب (۱۳۸۴)، "مهندسی ارزش و مدیریت ارزش و کیفیت"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت.
- توکلی مقدم، رضا و شکاری، امیر (۱۳۸۳)، "روش مهندسی ارزش جهت پروژه‌های ساخت"، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مکانیک، تهران.
- جناب، کامران (۱۳۸۴)، "کاربرد مهندسی ارزش در توسعه بهره‌وری"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت.
- حسینی، سیدجعفر (۱۳۸۴)، "مهندسی ارزش در سازمان‌ها چگونه جاری می‌شود"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت.

- روشنی ممقانی، بهرام (۱۳۸۴)، "مهندسی ارزش رویکردی کارا در طرح‌های خدماتی"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- سپاسی، حسن (۱۳۸۴)، "مدل مدیریت ارزش در پروژه‌های تحقیقاتی"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- شکاری، امیر (۱۳۸۴)، "ایجاد ارزش از طریق تفکر ناب و مهندسی ارزش"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- طلایی، محمود (۱۳۸۴)، "برنامه‌ریزی تعالی سازمانی با رویکرد مهندسی ارزش"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- عبدالله پورنزدی، شهریار (۱۳۸۰)، "آیا مهندسی ارزش صرفاً یک نگرش است؟"، نخستین سمینار ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- کریمی، محمود (۱۳۸۴)، "شش پرسش اساسی برای درک مهندسی ارزش"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- لاجوردی، معصومه (۱۳۸۴)، "مهندسی ارزش توسعه، خلاقیت و بهره‌وری"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- مردای، یزدان (۱۳۸۴)، "لزوم به‌کارگیری مهندسی ارزش در خدمات شهری"، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش، تهران، دانشگاه علم و صنعت .
- مجله علمی تخصصی سامانه (۱۳۸۰)، دانشگاه علم و صنعت، شماره ۱۳.
- Miles, Lawrence D. "Techniques of Value Analysis and Engineering" USA , 1989.
- Mudge A. E "Value Engineering: A Systematic Approach" MCGROW HILL 1971-1999.
- Smith, K. L., "Applying value analysis to a value engineering program", Paper For AAHSTO VE Conference, 1999.