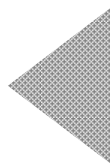


درآمدی بر مهندسی ارزش



دکتر علی اسدی^۱

مهندس شهلا چوبچیان^۲

(تاریخ دریافت ۸۹/۴/۲۱ - تاریخ تصویب ۸۹/۹/۱۱)

چکیده

میزان موفقیت بنگاه‌های اقتصادی در یک بازار رقابتی به تلاش آن‌ها در جهت شناخت نیازهای مشتریان (مصرف‌کنندگان) و پاسخگویی به این نیازها بستگی دارد. مشخصات محصولات و خدماتی که بنگاه به بازار عرضه می‌کند، باید رضایت مشتری را جلب نماید. این رضایت ممکن است از طریق قیمت مناسب، کیفیت مطلوب، تحویل به موقع، خدمات مناسب پس از فروش و ... و یا ترکیبی از آن‌ها حاصل شود. محدودیت منابع امکان پاسخگویی به تمام خواسته‌های مشتریان را سلب می‌کند. این مساله ایجاب می‌کند تا بنگاه‌ها مشخصاتی از محصول / خدمت را که نزد مشتری دارای ارزش بیشتری هستند، شناسایی کرده و بهترین راه حل (از نظر هزینه و کیفیت) را برای دستیابی به آن مشخصات تعیین کنند.

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

هدف این مقاله، معرفی مفهوم مهندسی ارزش و روش‌های بکارگیری آن است. مهندسی ارزش

۱- دانشیار دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، asadi_alii@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری توسعه کشاورزی دانشگاه تهران choobchian@ut.ac.ir

یک روش منسجم برای رسیدن به بالاترین ارزش به ازای هر واحد پولی می‌باشد که هزینه شده است، در حالی که کیفیت، ایمنی، قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری حفظ و یا ارتقاء یابد. مهندسی ارزش، فرآیندی است که به یک تیم پروژه کمک می‌کند تا در یک زمان کوتاه به بررسی و ارزیابی اهداف و عملکردهای پروژه و راه‌حل‌های گوناگون در یک زمان محدود بپردازد.

واژگان کلیدی: مهندسی ارزش، ارزش، عملکرد، بها، هزینه.

مقدمه

مهندسی ارزش^۱ تلاشی است سازمان‌یافته که با هدف بررسی و تحلیل تمام فعالیت‌های یک طرح، (از زمان شکل‌گیری تفکر اولیه تا مرحله طراحی و اجرا و سپس راه‌اندازی و بهره‌برداری) انجام می‌شود و به عنوان یکی از کارآمدترین و مهم‌ترین روش‌های اقتصادی در عرصه فعالیت‌های مهندسی، شناخته شده است.

مهندسی ارزش در چهارچوب مدیریت پروژه، ضمن اینکه به تمام اجزای طرح توجه می‌کند، هیچ بخشی از کار را قطعی و مسلم نمی‌داند. هدف مهندسی ارزش، زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بهره‌برداری بدون افزودن بر هزینه‌ها یا کاستن از کیفیت کار است (واحدی و همکاران، ۱۳۸۶:۱۵).

افزایش پیوسته هزینه‌های اجرایی و توسعه روزافزون فن‌آوری، حذف آن بخش از هزینه‌ها که نقشی در ارتقای کیفیت ندارند و از لحاظ اجرایی نیز غیر ضروری می‌باشند را، الزامی ساخته است. به کارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های اجرایی با توجه به پیچیدگی کارها به ویژه در طرح‌های بزرگ اجرایی، می‌تواند به ابزار بی‌چون و چرای مدیریت در کنترل هزینه‌ها تبدیل شود. هدف این روش، از میان برداشتن یا اصلاح هر چیزی است که موجب تحمیل هزینه‌های غیرضروری می‌شود، بدون آنکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی طرح وارد آید. مهندسی ارزش، مجموعه‌ای متشکل از چندین روش فنی است که با بازنگری و تحلیل اجزای کار، قادر خواهد بود اجرای کامل طرح را با کمترین هزینه و زمان تحقق بخشد. هزینه طرح در این مقوله

نه فقط هزینه‌های طراحی و اجرا، بلکه هزینه‌های مالکیت شامل بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و هزینه‌های مصرف در سراسر دوره عمر مفید طرح را نیز شامل می‌شود (وشوسکی و نیکرسون^۱، ۱۹۹۳: ۱۵). روش‌های مهندسی ارزش می‌تواند موجب اصلاح و ارتقای کیفیت فرایندهای تولید صنعتی و انجام طراحی‌های جدید در هر مرحله از یک پروژه اجرایی گردد. برخلاف آنچه که در صنایع تولیدی مرسوم است و می‌توان یک روش اصلاحی را همواره در مراحل بعدی تولید یک محصول خاص نیز اجرا کرد، محدود به کارگیری یک روش اصلاحی مهندسی ارزش، محدود به همان پروژه است. گذشته از این، امکانات صرفه‌جویی در هزینه‌های یک پروژه اجرایی نیز در مراحل مختلف آن تفاوت‌های بسیار پیدا می‌کند. با آنکه روش مهندسی ارزش را می‌توان در تمام مراحل یک پروژه اجرایی به کار گرفت، بیشترین مزایای آن زمانی حاصل می‌شود که در نخستین مراحل برنامه‌ریزی و طراحی به کار گرفته شود. نوآوری و جنبه‌های کاربردی مهندسی ارزش، این روش را از روش‌های سنتی و متعارف کاهش هزینه‌ها، متمایز می‌گرداند. روش‌های سنتی کاهش هزینه‌ها، عموماً از تجربیات گذشته، نگرش‌ها و عاداتی که جنبه تکرار به خود گرفته است، تبعیت می‌کند و اثری از خلاقیت در آن‌ها دیده نمی‌شود. مهندسی ارزش برعکس، جمع‌آوری اطلاعات، شناسایی عرصه‌های مشکل‌دار، پیشنهاد و تدوین روش‌ها و طرح‌های ابتکاری، پرورش اندیشه‌های نو و تلفیق همه‌جانبه دیدگاه‌هایی را که قرار است توصیه شود، مطرح می‌سازد (جبل‌عاملی و میرمحمدصادقی، ۱۳۸۳: ۵) و فانگ و راجرسون^۲، ۱۹۹۹: ۴۴).

از سال ۱۹۶۱ میلادی که لارنس مایلز^۳ در کتاب «روش‌های فنی تحلیل و مهندسی ارزش»، تحلیل ارزش را همچون دیدگاهی خلاق و سازمان‌یافته در جهت شناسایی و حذف هزینه‌های غیرضروری، تعریف کرد تا سال ۱۹۹۵ میلادی که ساکسنا و کریشان کتاب «مهندسی ارزش در مدیریت پروژه» را منتشر نمودند، مهندسی ارزش به صورت یک روش فنی پذیرفته شده در فعالیت‌های طراحی و اجرایی در بیشتر کشورها تثبیت گردید و رسمیت یافت، به طوری که بسیاری از دست‌اندرکاران عرصه‌های اجرایی به ویژه طراحان، و برنامه‌ریزان با مفاهیم و

۱ - Veshosky and Nickerson

۲ - Fang, W-H. & J.H. Rogerson

۳ - Lawrence D. Miles

روش های فنی مهندسی ارزش آشنا شدند.

سیر تاریخی مهندسی ارزش

«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^۱ معاون فنی بخش خریدهای شرکت جنرال الکتریک آغاز شد (واحدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۸). وی معتقد بود که برخی از مواد و مصالح و طرح های جایگزین، که به طور ضروری و به علت کمبودهای زمان جنگ به کار گرفته می شدند، دارای عملکرد بهتر با هزینه کمتر هستند. به دستور او در داخل شرکت و به منظور ارتقای کارایی تولید از طریق تأمین مواد، مصالح و روش های جایگزین برای مواد و مصالح پرهزینه، کوشش همه جانبه ای به عمل آمد. در سال ۱۹۴۷ میلادی این وظیفه برعهده لارنس مایلز، مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک نهاده شد. مایلز در مورد روش ها و فنون موجود به پژوهش پرداخت و از برخی روش های 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 درآورد که در جریان آن چندین گروه از کارکنان شرکت، عملکرد محصولات تولیدی شرکت جنرال الکتریک را بررسی می کردند. آنان به اتکای روش های خلاق گروهی و بدون افت کارایی محصول، تغییراتی در محصولات شرکت بوجود آوردند و هزینه های تولید را کاهش دادند. 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 (اداره حمل و نقل ویرجینیای غربی^۲، ۲۰۰۴: ۱۲).

اولین سمینار تحلیل ارزش نیز، چند سال بعد در سال ۱۹۵۲ میلادی، در شرکت جنرال الکتریک برگزار شد و بخش های مختلف این شرکت، با هدف ها و نیازهای مطالعات تحلیل ارزش آشنا شدند.

۱- Henry Erlicher

۲ - West Virginia Department of Transportation

تعاریف و توصیف‌های مرتبط با مهندسی ارزش

مهندسی ارزش، تکنیکی مدیریتی است که کارایی آن در عمل به اثبات رسیده و با برخورد سیستماتیک و نظام‌یافته برای ایجاد تعادل میان هزینه، اتکاپذیری و کارکرد یک محصول یا پروژه یا خدمت مورد نظر، تلاش می‌کند (ماورا، ۱۳۸۵: ۱۹).

مهندسی ارزش را بازنگری خلاق و سازمان‌یافته ارزش‌ها^۱ و هزینه‌ها^۲ به منظور بیشینه‌کردن شاخص ارزش تعریف نموده‌اند.

مهندسی ارزش رویکردی است سازمان‌یافته و خلاق که عملکرد یا عملکردهای مورد نظر را با کمترین هزینه و بدون تغییر در کیفیت، شناسایی و به کار می‌گیرد. مهندسی ارزش اجازه می‌دهد تا ارزش یک محصول، سیستم، پروژه یا خدمات بدون هیچ تغییری افزایش یابد. به عبارت دیگر مهندسی ارزش بدون فدا کردن کیفیت به حذف هزینه‌های غیر ضروری دست می‌زند (واحدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۳).

هدف مهندسی ارزش از میان برداشتن یا اصلاح هر عاملی است که موجب تحمیل هزینه‌های غیر ضروری می‌شود، بی‌آنکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی سیستم وارد آید. دستور کار مهندسی ارزش، بهبود مداوم طراحی و اجرا است.

مهندسی ارزش صرفاً برنامه‌ای برای کاهش هزینه‌ها نیست، بلکه روشی برای حداکثر نمودن ارزش طرح‌ها می‌باشد، زیرا در بعضی موارد، کارفرما خواستار سهولت بهره‌برداری و کاهش هزینه‌ها به قیمت افزایش هزینه‌های مطالعاتی، طراحی و ساخت است (جورد^۳، ۲۰۰۵: ۱۴). در این رویکرد، مطالعه ارزش روی طرح یا محصولی که در حال طراحی و توسعه است، متمرکز می‌شود. در این فرایند، بهبود هزینه، عملکرد و کیفیت در طول دوره عمر محصول یا طرح مورد توجه قرار می‌گیرد (جبل‌عاملی و همکاران، ۱۳۸۳: ۴۵).

وظیفه اصلی مهندسی ارزش، تعادل بین هزینه، کارکرد و کیفیت است (شکل ۱). پرسش مهمی که در این رابطه مطرح می‌شود این است که «ارزش مطلوب چه موقع حاصل می‌شود؟» با توجه به دیدگاه مهندسی ارزش نیازها و مطلوبیت‌های مشتری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در

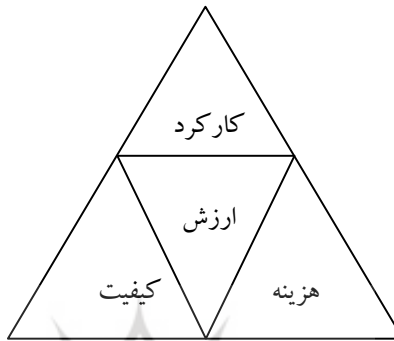
۱ - Values

۲ - Costs

۳ - Njord, John. R.

نتیجه، ارزش مطلوب تنها زمانی حاصل می‌شود که مشتری راضی باشد. البته باید در این رابطه به مشتری به عنوان مفهوم عام آن توجه داشت و منظور از مشتری، صرفاً مصرف‌کننده نهایی کالا و خدمات نیست.

شکل (۱): مؤلفه‌های ارزش (تعادل بین هزینه، کارکرد و کیفیت)



با این دیدگاه شاخص ارزش برای اندازه‌گیری مطلوبیت مورد نظر، به صورت زیر تعریف می‌شود:

بها (کارکرد + کیفیت)

شاخص ارزش =

هزینه

با توجه به فرمول فوق: «شاخص ارزش، عبارت از نسبت بهایی است که بابت کارکرد مورد نظر و کیفیت مطلوب منظور می‌شود، به هزینه‌ای که برای دستیابی به کارکرد مورد نظر و کیفیت مطلوب، باید پرداخته شود» (جبل عاملی و همکاران، ۱۳۸۳: ۴۶).

مفهوم شاخص ارزش، مفهومی نسبی است و بسته به مورد کاربرد می‌تواند به شکل‌های گوناگون تعریف شود. به طور کلی، می‌توان گفت که شاخص ارزش نسبتی بدون بعد است که صورت آن مشتمل بر تمام عناصر و پی‌آمدهای مطلوب و مخرج آن مشتمل بر تمام عناصر و پی‌آمدهای نامطلوب است.

تعریف برخی مفاهیم

بها: کمترین هزینه‌ای است که به وسیله آن، کارکرد مورد انتظار از یک جزء قابل دستیابی است و معمولاً مترادف با ارزش به کار می‌رود.

کیفیت: نیازها، انتظارات و مطلوبیت‌های مشتری، کاربر یا کارفرماست.

هزینه: منظور، هزینه دوره عمر محصول، پروژه یا خدمات است.

کارکرد: منظور از کارکرد، وظیفه مشخصی است که از یک جزء خاص از محصول یا کل محصول یا پروژه انتظار می‌رود.

ارزش: کمترین هزینه‌ای است که تامین نیازها و انتظارات و مطلوبیت‌های مشتری را به نحو مطلوب امکان‌پذیر می‌سازد و معمولاً مترادف با مفهوم بها به کار می‌رود (جبل عاملی و همکاران، ۱۳۸۳: ۴۶).

اساس مهندسی ارزش

اساس و پایه مهندسی ارزش، بر «کارکرد» استوار است و به همین دلیل از سایر تکنیک‌های کاهش هزینه متمایز است. در هنگام به کارگیری مهندسی ارزش، کارکردها مورد بررسی قرار گرفته و حداکثر صرفه‌جویی مالی به طور اتوماتیک به دست می‌آید.

اصولاً هرچه مهندسی ارزش در یک طرح زودتر شروع شود، فایده بیشتری خواهد داشت؛ زیرا در مراحل شکل‌گیری طرح، پیشنهاد تغییرات به روش مهندسی ارزش، راحت‌تر پذیرفته می‌شود؛ گرچه می‌توان این روش را حتی در مراحل پایانی تولید محصول یا ارائه خدمات نیز به کار گرفت (جانسون و هیل، ۲۰۰۸: ۲۴).

به عبارتی دیگر اساس مهندسی ارزش، یافتن رابطه بین «هزینه»، «وظایف» و «تحلیل وظایف» است. این مطالعه منجر به یافتن راه‌های متفاوت برای دستیابی به هزینه کمتر و ارائه خدمات بیشتر می‌شود. از بین این روش‌های متفاوت، باید روشی که دارای کمترین هزینه است، انتخاب گردد.

در حقیقت، مهندسی ارزش مهم‌ترین گام به سوی صرفه‌جویی است. بدین منظور لازم است به ۵ سؤال پاسخ داد:

۱. محصول چیست؟
۲. چه کاری انجام می‌دهد؟
۳. چه هزینه‌ای دارد؟

۴. آیا راه متفاوتی برای تولید وجود دارد؟

۵. به کارگیری این روش‌ها چه هزینه‌هایی را در بر دارند؟

با یافتن پاسخ این سؤالات ۳ گام اصلی؛ یعنی، تعریف وظایف، ارزیابی وظایف و توسعه داده‌ها برداشته می‌شود (جفری، اس. و راسل، پی.بی، ۲۰۰۸: ۱۵).

خاستگاه اصلی مهندسی ارزش، استفاده مؤثر از تمام منابع در دسترس است. از این رو، یک شرکت باید با بهترین استفاده از این منابع محدود، کالایی با ارزش‌تر و با هزینه کمتر تولید کند. برای پیدا کردن بخشی از هزینه‌های اضافی، باید از روش تحلیل وظایف استفاده کرد تا هزینه‌های غیرضروری که ناشی از ترکیب کارکردها و وظایف غیرضروری هستند، حذف شود. این تحلیل و تبیین بر اساس نظر مشتریان صورت می‌گیرد نه واحد تولیدکننده. از این رو شرکت احتیاج به اطلاعات کافی، درست و به موقع دارد تا آن‌ها را به سرعت در محصول و خدمات خود به کارگیرد (اجالا^۲، ۲۰۰۶: ۱۱۲).

موانع و مزایای به کارگیری مهندسی ارزش

این حقیقت که به کارگیری مهندسی ارزش در شرکت‌ها با مشکلاتی مواجه است، انکارناپذیر است. درک ناصحیح از مفهوم مهندسی ارزش، بیان غیر واضح اهداف کاهش هزینه، عدم انجام ارزیابی‌های کافی به ویژه در مورد هزینه‌ها، از جمله عوامل بازدارنده به کارگیری مهندسی ارزش هستند. علاوه بر این، تفکرات غلط در مورد مهندسی ارزش نیز باعث استفاده نکردن از این روش شده است. از جمله این که مهندسی ارزش برای شرکت‌های کوچک یا خدماتی کاربرد ندارد، یا این که مهندسی ارزش در مورد محصولاتی که مشخصات متفاوتی در اندازه، کیفیت، کاربرد و قیمت دارند، ناکارآمد است. علاوه بر این مشکلات، بعد از به کارگیری مهندسی ارزش، تغییر دادن حالات و طرز فکر حاکم بر شرکت‌ها بسیار مشکل است؛ چرا که معمولاً نیروی انسانی و زمان کافی جهت پشتیبانی از آن موجود نمی‌باشد. اما در مقابل از مزایای به کارگیری مهندسی ارزش به صورت خلاصه، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ - Jeffrey S. & Russell, P.E

۲ - Ojala

۱. اجتناب از ریسک؛
۲. بالابردن کیفیت؛
۳. بهبود و توسعه خدمات و محصولات؛
۴. استفاده از اطلاعات مربوط به مشتریان و سازمان داخلی که باعث پاسخگویی بی‌درنگ به نیازهای جدید مشتریان با کیفیت بهتر خواهد شد؛
۵. توانایی بهره‌جستن از مزایای بازار رقابت جهانی؛
۶. به حداقل رساندن اتلاف منابع؛
۷. کاهش پیچیدگی محصولات؛
۸. افزایش قابلیت تولید و اطمینان (جفری، اس. و راسل، پی.پی.، ۲۰۰۸: ۷۵-۷۳).

گام‌های طرح کار مهندسی ارزش

طرح کار متولوژی ارزش شامل ۳ گام است:

- ۱) پیش مطالعه یا مطالعه مقدماتی؛
- ۲) مطالعات ارزش؛
- ۳) پس مطالعه یا مطالعات تکمیلی.

۱) پیش مطالعه یا مطالعه مقدماتی

فعالیت‌های مقدماتی شامل تعیین اعضای تیم، تعیین هدف پروژه، بررسی نیازهای کارفرما، کاربران و مشتریان، تکمیل مجموعه داده‌ها، تبادل نظر با عوامل مختلف طرح، تعیین هدف و تعیین محدوده مطالعه می‌باشد.

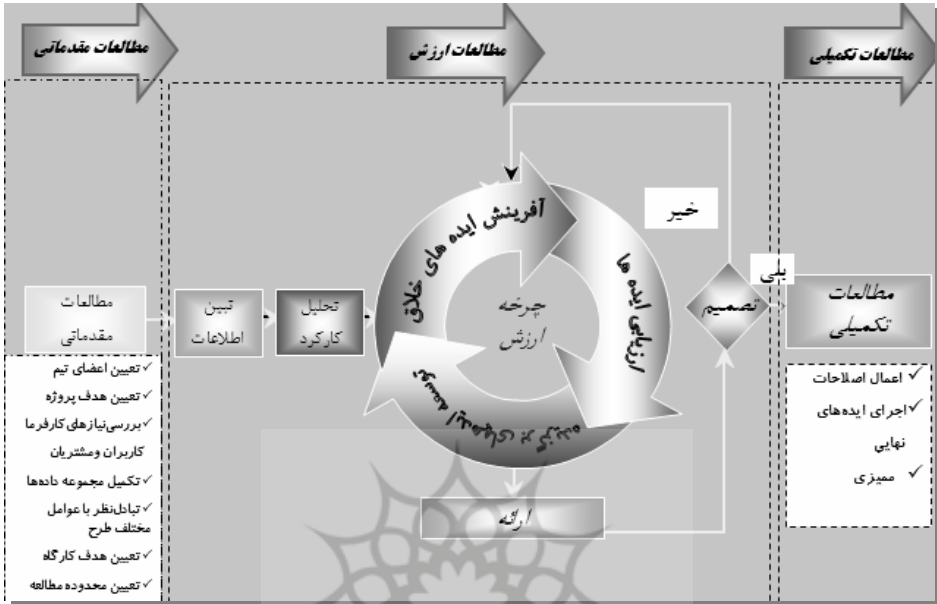
۲) مطالعات ارزش

مطالعه ارزش پس از تکمیل مراحل ابتدایی متدولوژی ارزش صورت می‌گیرد. مطالعه ارزش از ۶ فاز تشکیل شده است:

تبیین اطلاعات، تحلیل کارکرد، خلاقیت، ارزیابی، توسعه و ارایه.

در شکل (۲) نمودار مرحله‌ای کارگاه تخصصی مهندسی ارزش نشان داده شده است.

شکل (۲) مراحل و ترتیب فازهای مختلف مهندسی ارزش



منبع: (ماورا، ۱۳۸۵: ۲۱)

۲-۱) فاز اطلاعات

هدف از فاز اطلاعات، تکمیل و تصحیح مجموعه داده‌های مطالعه ارزش (فراهم شده در فاز پیش مطالعه) است. تیم مطالعاتی در مورد مصادیق بهبود مانند ارزش، هزینه، اجرا و زمان به توافق می‌رسند. این موارد توسط مدیریت‌های مربوطه مانند مدیر پروژه، مدیر مطالعات ارزش و طراح، بازنگری شده و مورد توافق قرار می‌گیرد. در نهایت محدوده مطالعات، طبق تصمیمات اتخاذ شده در مرحله اطلاعات بازنگری می‌شود (ماورا، ۱۳۸۵: ۲۱).

۲-۲) فاز تحلیل کارکرد

تحلیل و تعریف کارکرد، قلب متدولوژی ارزش است. این اولین فعالیتی است که متدولوژی ارزش را از سایر «روش‌های بهینه‌سازی» متمایز می‌کند. هدف از این فاز، توسعه زمینه‌هایی است که در ادامه مطالعات می‌توان بیشترین بهبود را در آنها ایجاد کرد. مراحل مختلف این فاز شامل موارد زیر است:

۲-۲-۱) تعریف و تشخیص کارکردهای پروژه یا فرایند تحت مطالعه ارزش شامل افعال معلوم و اسامی قابل اندازه گیری. این مرحله گاه تعریف تصادفی کارکرد نیز نامیده می شود.

۲-۲-۲) دسته بندی کارکردها به اصلی و ثانویه؛

۲-۲-۳) توسعه کارکردهای تعریف شده در بند ۲-۲-۱.

۲-۲-۴) ساخت یک مدل کارکرد، نمودار سلسله مراتبی یا منطقی کارکرد یا نمودار تکنیک سیستمی تحلیل کارکرد^۱

۲-۳) فاز خلاقیت

هدف از این فاز (که گاهی اوقات فاز تفکر و تعمق نامیده می شود)، ایجاد تعداد زیادی ایده برای برآورده کردن کارکرد انتخاب شده، برای مطالعه است. این خلاقیت در تلاش برای رها گشتن از قید عادات، سنن، خواسته ها و تمایلات منفی، محدودیت های فرضی و معیارهای خاص است. در طول این فاز، هیچ قضاوت یا بحثی در مورد ایده های اعضا صورت نمی گیرد (کوپلوسوس^۲، ۲۰۰۸: ۶).

۲-۴) فاز ارزیابی

هدف از فاز ارزیابی، تجزیه و تحلیل ایده ها و افکار ایجاد شده در فاز خلاقیت و انتخاب ایده های قابل اجرا برای توسعه به صورت پیشنهاد بهبود ارزش است. با به کار بردن معیار ارزیابی در نظر گرفته شده در فاز پیش مطالعه، ایده ها دسته بندی و وزن دهی شده و چگونگی رسیدن به این معیارها بررسی می شود. اگر هیچکدام از ایده های نهایی دارای معیارهای انتخاب ایده نبودند، تیم باید به فاز خلاقیت برگردد (ماورا، ۱۳۸۵: ۲۲).

۲-۵) فاز توسعه

هدف از این فاز، انتخاب و مهیا ساختن بهترین گزینه (گزینه ها) برای بهبود ارزش است. مجموعه اطلاعات پشتیبان هر گزینه باید دارای اطلاعات فنی، هزینه ای و زمان بندی عملی باشد؛ به

۱ - Function Analysis System Technique (FAST)

۲ - Kopelousos

طوریکه طراح یا مجری پروژه بتواند برای اجرا یک اظهار نظر اولیه ارائه دهد.

مراحل این فاز به صورت زیر است:

- ۲-۵-۱) شروع با پرامتازترین گزینه، تهیه تحلیل سود و نیازمندی‌های اجرا شامل برآورد اولیه هزینه، هزینه‌های دوره عمر و هزینه‌های ریسک و عدم قطعیت؛
- ۲-۵-۲) تحلیل میزان کارایی هر گزینه؛
- ۲-۵-۳) تهیه مجموعه اطلاعات فنی برای هر گزینه پیشنهادی.

۲-۶) فاز ارائه

هدف از فاز ارائه رسیدن به اجماع و گرفتن تعهد از طراح و مجری پروژه و سایر مدیران برای اجرای توصیه‌ها می‌باشد. این فاز شامل یک ارائه شفاهی اولیه همراه با یک گزارش کتبی کامل است.

به عنوان آخرین مرحله مطالعه ارزش، تیم مهندسی ارزش نظریات خود را جهت تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد. در طول ارائه و بحث‌های تعاملی، تیم تأییدهای مورد نیاز برای پیاده‌سازی تغییرات یا اطلاعات جدید مورد نیاز برای این کار را بدست می‌آورد (کوپلوسز، ۲۰۰۸: ۷).

ویژگی‌های گزینه‌های پیشنهادی شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۲-۶-۱) قابلیت اجرا داشته باشد؛
- ۲-۶-۲) مشکلات و هزینه‌های اجرایی بررسی شده باشد؛
- ۲-۶-۳) تحصیل صرفه‌جویی و افزایش هزینه طول عمر پروژه صورت گرفته باشد؛
- ۲-۶-۴) داده‌های فنی و هزینه‌ای که راهکارهای ارائه شده را پشتیبانی کند ارائه شده باشد (ماورا، ۱۳۸۵: ۲۴).

۳- پس مطالعه یا مطالعات تکمیلی

هدف از فعالیت‌های پس مطالعه، اطمینان از اجرای تغییرات تأیید شده مطالعه ارزش می‌باشد. در این مرحله که شامل اعمال اصلاحات، اجرای ایده‌های نهایی و ممیزی می‌باشد؛ تیم مهندسی ارزش و یا دیگر متخصصان مورد تأیید مدیریت بر چگونگی اجرای این مرحله در صورت لزوم نظارت می‌کنند.

به طور کلی همه فازها و مراحل می‌بایست به صورت متوالی اجرا شود. در یک مطالعه ارزش،

اطلاعات و داده‌های جدید افزایش پیدا کرده و ممکن است منجر به این شود که تیم به فاز قبلی و یا در یک فاز به مرحله قبلی باز گردد، اما فاز یا حتی مرحله‌ای از یک فاز نباید حذف شود (ماورا، ۱۳۸۵: ۲۴).

روش‌های مورد استفاده در مهندسی ارزش

با مطالعاتی که درباره مهندسی ارزش به عمل آمده است، حدود بیست و چهار روش در ضمن فرآیند بکار گرفته می‌شود. شرایط برنامه کاری و روش‌ها همگی بمنظور بهبود ارزش برای یک جزء، محصول و یا یک پروژه بکار گرفته می‌شود. سرفصل روش‌ها به قرار زیر می‌باشد:

- ۱- از روابط انسانی خوب بهره گیرید؛
- ۲- از کلی گویی پرهیز کنید؛
- ۳- بر موانع فائق آید؛
- ۴- قضاوت منطقی و خوب بکار ببرید؛
- ۵- کارگروهی را حمایت کنید؛
- ۶- از حقایق مطمئن شوید؛
- ۷- هر چیز را بطور سازنده مورد سؤال قرار دهید؛
- ۸- هزینه‌ها را تعیین کنید؛
- ۹- ارزش پولی برای تمامی مشخصات تلرانس‌ها، اتصالات و سایر موارد تکمیلی تعیین کنید؛
- ۱۰- عملکردها را تعریف و طبقه بندی کنید؛
- ۱۱- ذهن خود را فعال کنید؛
- ۱۲- ساده سازی کنید؛
- ۱۳- ایده‌ها را ترکیب و تصفیه کنید؛
- ۱۴- برای تمامی ایده‌ها هزینه در نظر بگیرید؛
- ۱۵- عملکردهای جایگزین رامشخص کنید؛
- ۱۶- از استانداردها استفاده کنید؛
- ۱۷- با متخصصین، فروشندگان، مشتریان و غیره مشاوره کنید؛
- ۱۸- از محصولات، فرایندها و رویه‌های خاص استفاده کنید؛
- ۱۹- با استفاده از روش مقایسه‌ای ارزیابی کنید؛

- ۲۰- پول را آنچنان خرج کنید که انگار پول خودتان است؛
- ۲۱- جواب‌ها را با اطلاعات کافی برای تصمیم‌گیری ارایه دهید؛
- ۲۲- در صورت امکان دو راه حل ارائه دهید؛
- ۲۳- با استفاده از ممیزی‌های مستقل، صرفه‌جویی‌های قابل پیش‌بینی را بررسی کنید؛
- ۲۴- به کمک‌های انجام شده اعتراف کنید (جبل عاملی و همکاران، ۱۳۸۳: ۶۴-۶۱).

اصول بنیادی مهندسی ارزش

آنچه از تجربیات اجرای مهندسی ارزش تاکنون حاصل شده است، کشف و تدوین برخی مفاهیم و اصول بنیادی است که اساس رشد و تکامل روش‌های مهندسی ارزش قرار گرفته است. این اصول بنیادی عبارتند از:

- ۱- بهره‌گیری از کارشناسان چند تخصصی برای اعمال تغییرات؛
 - ۲- تکمیل تدریجی تغییرات از طریق مطالعه و بررسی عینی کار؛
 - ۳- بهره‌گیری از یک منطق اساسی برای طرح پرسش‌ها؛
 - ۴- برنامه‌ریزی انجام کار.
- در طی چندین سال، روش‌های فنی مهندسی ارزش همانند عرصه‌های به کارگیری آن، گسترش پیدا کرد. امروزه تحلیل یا مهندسی ارزش، رشته‌ای شناخته شده برای ارتقای ارزش تولیدات یا خدمات به شمار می‌رود. فرآیند مهندسی ارزش، فرآیندی منطقی و ساختاریافته است که در آن از یک گروه کارشناس چند تخصصی برای هدف‌های زیر استفاده می‌شود:
- ۱- انتخاب پروژه یا محصول مناسب برای تحلیل با توجه به زمان صرف شده برای مطالعه؛
 - ۲- مشخص کردن و اندازه‌گیری کردن ارزش جاری یک پروژه و محصول یا اجزای تشکیل دهنده آن با توجه به عملکردهایی که نیازها، هدف‌ها و خواست‌های یک پروژه را برآورد می‌سازد؛
 - ۳- تدوین و ارزیابی گزینه‌های جدید برای تخمین یا ارتقای کیفیت بخش‌های وابسته با هزینه کمتر؛
 - ۴- انطباق گزینه جدید با بهترین راه عملی کردن آن.
- گروه مهندسی ارزش از طراحان، پیمانکاران، تحلیل‌گران ارزش و کارفرمای یک پروژه اجرایی تشکیل می‌شود. این گروه گرچه در کنار یکدیگر و در پروژه‌ای واحد کار نمی‌کنند اما از لحاظ

موضوع به یکدیگر مربوط بوده و با زمینه‌های تخصصی مجموعه نیز آشنایی دارند. نقش گروه طراحی در به کارگیری موفقیت‌آمیز تحلیل ارزش، بسیار مهم است، زیرا بیشتر دست اندرکاران عرصه اجرایی بطور کامل به توانایی مهندسی ارزش پی نبرده‌اند و به بهره‌گیری عملی از روش‌های فنی این تحلیل نپرداخته‌اند. تحلیل‌گر ارزش باید راه‌های متعادل‌سازی گروه را دریابد و با آنان همفکری و همدلی کند تا اعضای مجموعه به تفکر مهندسی ارزش نزدیک شوند. تحلیل‌گر ارزش باید با فراهم آوردن فرصت لازم برای یکایک افراد مجموعه، امکان ارائه دیدگاه‌های آنان را میسر سازد تا افراد بدون نگرانی از اینکه ممکن است اظهارنظر آن‌ها چندان فنی و عملی نباشد، دیدگاه‌های خود را مطرح نمایند. گاهی بهترین و ارزان‌ترین راه‌حل‌ها از پیشنهادها و دیدگاه‌هایی که به نظر کم‌ارزش و سطحی می‌آیند، حاصل می‌شود (وشوسکی و نیکرسون، ۱۹۹۳: ۹۳).

مهندسان مشاور در جریان طراحی و پس از ارائه طرح به سختی می‌پذیرند که ارزش‌داوری را که برای کار خود قایلند ممکن است با روش‌های فنی و عملی که گروه تحلیل ارزش ارائه می‌دهد، ناسازگاری داشته باشد. حال آنکه مشاور و طراح هر چند که باید از بیشترین داده‌ها و آمار موجود در طراحی خود استفاده کنند، باز ممکن است به دلایلی، دسترسی به کلیه اطلاعات مورد نیاز برای تهیه مناسب‌ترین طرح را نداشته باشند. گذشته از این، بیشترین اشکالات و نارسایی‌های طراحی در مرحله اجرا پیش می‌آید، در مرحله‌ای که بازشدن جنبه‌های مختلف کاری، عوارض پنهان و ناشناخته کار را آشکار می‌سازد و شرایط جدیدی را به طرح تحمیل می‌نماید.

مهندس مشاور باید ظرفیت پذیرش مهندسی ارزش را با ارزش‌داوری خود داشته باشد و تغییرات را به راحتی بپذیرد و تحمیل شرایط مهندسی ارزش را توهینی به مقام تخصصی خود تلقی ننماید. پیمانکاران، تقریباً همواره در حین اجرا با مسائل و مشکلات تازه‌ای روبرو می‌شوند که لزوم تغییرات در طراحی یا حتی بازنگری طراحی ضرورت می‌یابد. با آنکه بیشترین موارد به کارگیری روش‌های فنی تحلیل ارزش، در مرحله اجرا انجام می‌شود، باید پذیرفت که موفقیت کامل این کار به توانایی پیمانکاران مجرب برای مشارکت در تحلیل ارزش بستگی دارد. یکی از مشکلات کنونی در عرصه اجرایی، دوگانگی بین طراحی و اجرا است.

به رسمیت شناختن توانایی‌های مدیر یا سرپرست کارگاه می‌تواند به کارگیری روش‌های تحلیل ارزش را تضمین نماید. کارفرما مهم‌ترین و اصلی‌ترین جنبه مشارکت کار را در حلقه تحلیل ارزش به عهده دارد. پشتیبانی فعالانه کارفرما، ضامن موفقیت و مؤثر واقع شدن کار است. کارفرما برای آنکه تمایل لازم را برای انجام این پشتیبانی پیدا کند، باید با مسئولیت‌های مجموعه تحلیل ارزش و حدود آن مسئولیت‌ها در چارچوب ساختار حق‌الزحمه‌ای موافقتنامه طرح، آشنا باشد. با توجه به اینکه بیش از ۵۰ درصد از کل بودجه برنامه‌ریزی شده بیشتر کشورها صرف کارهای اجرایی می‌شود، از این رو مجریان طرح‌ها و پروژه‌ها، متحمل هزینه‌های بس سنگینی می‌شوند. محدودیت‌های مالی و قیمت‌های اجرایی که هر روز افزایش می‌یابند، بازگشت ارزش کامل پولی را که کارفرما هزینه می‌نماید و باید به دور از هر گونه هزینه‌های غیرضروری باشد، به طور جدی مطرح ساخته است.

مهندسی ارزش یکی از ابزارهای مؤثر برای دستیابی به اجرای طرح‌ها با کمترین هزینه، همراه با اطمینان بخشی طرح، سودمندی، قابلیت تعمیر و نگهداری و حفظ جنبه‌های زیبایی کار است. مهندسی ارزش چون موجب کاهش هزینه‌های اجرایی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود، از این رو کارفرمایان تمایل دارند تا با پرداخت حق‌الزحمه جداگانه‌ای به تحلیلگران ارزش، همواره از حضور و تداوم فعالیت گروه تحلیلگر ارزش در کنار خود، بهره‌مند باشند (اداره حمل و نقل ویرجینیای غربی، ۲۰۰۴:۱۲۴).

به کارگیری مهندسی ارزش که در ابتدا از آمریکا آغاز شد، با تأخیر به سایر کشورها نیز انتقال یافت. کشورهای اروپایی، ژاپن و هند بعد از آمریکا بیشترین استفاده را از امکانات بالقوه مهندسی ارزش بردند و با تلفیق روش‌های مهندسی ارزش در آمریکا با روش‌های رایج در کشورهای خود، به صرفه‌جویی‌های قابل توجهی دست یافتند. امکانات بالقوه به کارگیری مهندسی ارزش در طرح‌های عمرانی، بیکران است. پیشگامان این روش، راه را علامت‌گذاری و مشخص کرده‌اند. کشور ما هنوز در ابتدای راه قرار دارد، کارهای بسیاری باید انجام شود تا بتوان گفت دست‌اندرکاران عرصه‌های اجرایی کشور ما نیز از فرصت‌هایی که توسط مهندسی ارزش در کاستن از هزینه طرح‌ها و پروژه‌ها فراهم می‌شود، بیشترین بهره و فایده را خواهند برد.

کارایی مهندسی ارزش

تا سال ۱۹۷۳ میلادی در امریکا به ازای هر دلار هزینه در بخش مهندسی ارزش، ۴٫۵۳ دلار صرفه‌جویی بدست آمد. بازده مهندسی ارزش از سال ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۵ میلادی برای هر یک دلار سرمایه‌گذاری صورت گرفته، ۱۵ تا ۳۰ دلار بوده است. در ژاپن از ۶۹۸ شرکت مورد بررسی، ۷۱ درصد مهندسی ارزش را در تولید محصولات و ارائه خدمات بکار برده‌اند. عربستان بیش از ۲۰ سال است که مهندسی ارزش را در دستور کار خود قرار داده است (دل‌انگیزان، ۱۳۸۸: ۱۳).

بطور کلی مهندسی ارزش در کشورهای مختلف در بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها، نقش مؤثری داشته است تا جایی که به عنوان مثال در آمریکا در رشته‌های مختلف از جمله راه و ترابری، سلامتی، ساخت و ساز، صنعت، محیط زیست و خدمات دولتی، مهندسی ارزش نقش بسزایی داشته است. به عنوان مثال در بخش صنعت، کاهش هزینه‌ای معادل ۵ تا ۱۰۰ درصد در بخش‌های مختلف دیده شده است (جدول ۳).

جدول (۳)- کاربرد مهندسی ارزش در رشته‌های مختلف در آمریکا

ردیف	رشته	نکات قابل توجه
۱	راه و ترابری	بازگشت سرمایه به میزان ۱۱۳ دلار به ازای هر دلار سرمایه‌گذاری به طور میانگین و نیز ۴۵ میلیون دلار صرفه‌جویی در هزینه در سال ۱۹۹۹
۲	سلامتی	کاهش ۲۴ درصدی هزینه‌های پروژه‌های مربوط به سلامتی در یک دوره شش ساله در نیویورک
۳	ساخت و ساز	صرفه‌جویی معادل یک میلیارد دلار در سال ۲۰۰۰ در پروژه‌های ساختمانی مربوط به بزرگراه‌ها در ایالات متحده
۴	صنعت	کاهش هزینه در محدوده‌ای بین ۵٪ تا ۱۰۰٪ در بخش‌های مختلف
۵	محیط زیست	در پروژه‌های زیست محیطی به دلیل هزینه‌های بالا پتانسیل بسیار زیادی در جهت بکارگیری متدولوژی ارزش دارد
۶	خدمات دولتی	بازگشت سرمایه به میزان ۲۰ دلار به ازای هر دلار سرمایه‌گذاری به طور میانگین

مأخذ: (دل‌انگیزان، ۱۳۸۸: ۱۴)

همچنین شایان ذکر است مهندسی ارزش در رشته حمل و نقل و تولید تجهیزات، کاربردی در حدود ۹۰ درصد داشته است (شکل ۴).

شکل (۴)- درصد کاربرد مهندسی ارزش در صنایع مختلف جهان

درصد کاربرد	رشته	ردیف
۷۹/۹	برق و الکترونیک	۱
۹۱/۳	حمل و نقل (راهسازی و ترافیک)	۲
۹۰	تولید تجهیزات	۳
۸۴/۵	ماشین سازی و تولید خودرو	۴
۵۰	صنایع شیمیایی	۵
۳۹	صنایع ساختمانی	۶
۳۷/۵	صنایع غذایی	۷

مأخذ: (دل‌انگیزان، ۱۳۸۸:۱۴)

نتیجه

با توجه به آنچه که گذشت می‌توان مطالب را نتیجه گرفت:

- ۱- عقیده بر این است که همیشه یک راه بهتر و مؤثرتر برای انجام کارها وجود دارد و هدف مهندسی ارزش، پیدا کردن این راه است.
- ۲- برخورد سازمان‌یافته در فرایند مهندسی ارزش، یک روش به نسبت ساده است که کارایی آن در عمل اثبات شده است.
- ۳- فرآیند مهندسی ارزش، شبیه مراحل اولیه است که یک مخترع برای ایجاد ایده‌ها و رویه‌های جدید بکار می‌گیرد.
- ۴- به دلیل هم‌افزایی و بهره‌گیری از نظرات ذی‌نفعان و در نظر گرفتن شرایط واقعی، مهندسی ارزش می‌تواند ارزش را افزایش می‌دهد.
- ۵- مهندسی ارزش، استقرار رویکردی سیستماتیک در راستای تحقق بهبود مستمر فرآیندها و محصولات در سازمان است.
- ۶- مهندسی ارزش، مجموعه‌ای از گام‌های مرتبط و سازمان‌یافته است که می‌توان تغییر فرآیند را به آن اطلاق کرد.
- ۷- فرآیند مهندسی ارزش به قصد شناسایی کارکردهای مهم یک محصول، خدمت و روش مناسب ایجاد آن کارکردها انجام می‌گیرد. هدف از اجرای مهندسی ارزش، استفاده از راه‌حل‌های خلاقانه برای کاهش در قیمت تمام شده محصول یا خدمت

بدون وارد شدن خدشه به مشخصات کیفی آن است.

۸- در حقیقت در مهندسی ارزش، تغییر از ارزش تولیدکننده گرا به ارزش مشتری گرا به عنوان پیش فرض اصلی قرار گرفته است. این قابلیت، مهندسی ارزش را به یک ابزار مدیریتی کارآمد در کسب موقعیت‌های برتر رقابتی تبدیل نموده است. امید است با استفاده هر چه بیشتر از این فرایند، سازمان‌ها و واحدهای تولیدی بیش از پیش در جهت بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌ها گام بردارند.

منابع

- جبل عاملی، محمدسعید و میرمحمدصادقی، سید علیرضا(۱۳۸۳)، *مهندسی ارزش*، تهران: انتشارات فرات.
- جبل عاملی، محمد سعید؛ قوامی فر، کامران و عبایی، مزدک(۱۳۸۳)، *جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه*، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- دل‌انگیزان، سهراب(۱۳۸۸)، *مهندسی ارزش*، قابل دسترسی در آدرس:
www.epq.post.ir/_Epq/.../309e6ea4-403f-4e72-a8e7-e3f835fab099.pdf
- عبایی، مزدک و قوامی فر، کامران(۱۳۸۲)، آشنایی با مهندسی ارزش، نشریه آشنایی با مهندسی ارزش، شماره ۲، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
- معاونت آموزش، تحقیقات و فن آوری وزارت راه (ماورا)(۱۳۸۵)، سمینار آشنایی با مهندسی ارزش، وزارت راه و ترابری.
- واحدی، خداداد، منطقی، منوچهر و تاجیک، کوروش(۱۳۸۶)، *مهندسی ارزش یادادیمی برای تغییر*، مرکز آموزش ایران خودرو.
- Fang, W-H., J.H. Rogerson(1999), Value Engineering for Managing the Design Process, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 16 No. 1, pp. 42-55.
- Jeffrey S. Russell, P.E.(2008), *Module 4: Value Engineering, Construction Engineering & Management*, University of Wisconsin-Madison.
- Kopelousos, Stephanie C.(2008), Value Engineering Program, FDOT Project Management, Handbook, Florida
- Ojala,P.(2006), *Implementing a Value-Based Approach to Software Assessment and Improvement*, Doctoral Dissertation, university of Oulu, 2006.
- Paul Johnson, Ch. Hill (2008), *Achieving Value: The How and Why of Value Engineering*, Presented at the PNWS – AWWA, 2008 Annual Conference Vancouver, Washington, May 1, 2008.
- Veshosky, David and Nickerson, Robert L.(1993), "Life-Cycle Costs Versus Life-Cycle Performance," *Better Roads Magazine*, Vol. 63, No. 5, May 1993.
- West Virginia Department of Transportation(2004), *Value Engineering Manual*, WVDOH Office Services Division, pp 1-187.