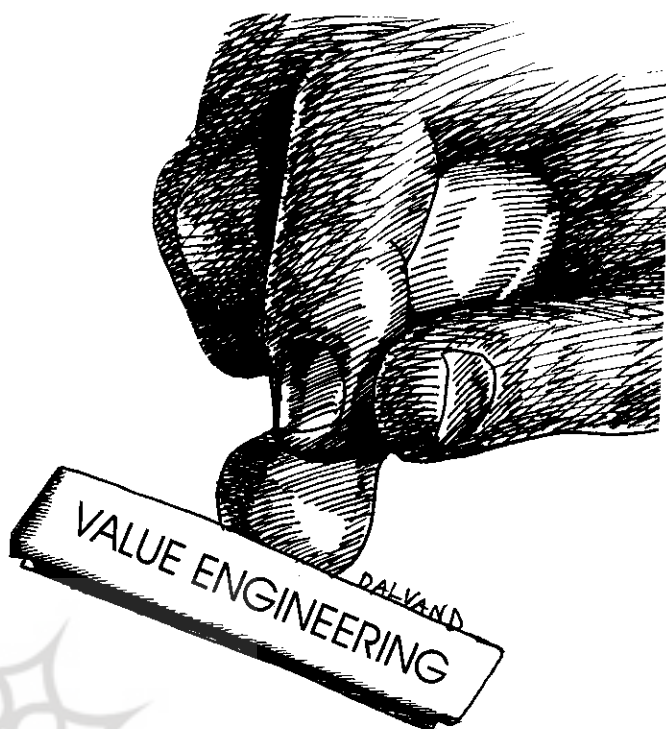


مهندسی ارزش؛ ابزار قدرتمند بهره‌وری



دکتر رضا توکلی مقدم
مهندس امیر شکاری



مقدمه

آمار نشان می‌دهد کشور ما به دلیل فقدان نظام ارزیابی و بهره‌برداری مناسب و کارا، سالانه متحمل زیان‌های معادل ۱۶۵۰ میلیارد ریال می‌شود. میزان زیان‌ها در سال ۱۳۷۹ ناشی از تاخیر در راه‌اندازی طرح‌های ملی براساس مدل تعریف شده سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی معادل ۴۶۰۰ میلیارد ریال است. (مهندسی ارزش، ۱۳۸۰)

چرا مهندسی؟ چرا ارزش؟ و چرا مهندسی ارزش؟ چه قرابتی بین مهندسی و ارزش وجود دارد و چه ارتباطی بین مهندسی ارزش و صنعت دیده می‌شود؟ واژه‌های مهندسی، ارزش و صنعت روزانه و بارها بر زبان ما جاری می‌شود. امروزه ترکیبات مختلفی از واژه‌های مهندسی مانند مهندسی مجدد، مهندسی بازار و غیره نیز کاملاً رایج و معمول است و در محاوره و متون علمی بسیار یافت می‌شود. شاید مهندسی به تنهایی یادآور ماشین‌آلات، کارخانجات و به طور کلی صنعت باشد، اما آیا هیچ‌گاه اندیشیده‌ایم که مهندسی مثلاً چه قرابتی با بازار دارد؟ به راستی مهندسی به چه معناست؟ واژه نامه‌ها، مهندسی را به طور کلی با معنای محاسبه تعیین می‌کنند و مهندس یعنی محاسب. پس مهندسی ارزش را می‌توان به تعبیری محاسبه ارزش دانست، اما ارزش در

صنعت، در سازمان و در پروژه به چه معناست؟ آیا هدف هر تولیدی اعم از کالا یا خدمات، افزودن ارزش و یا به تعبیری ایجاد ارزش افزوده است؟ اگر در پاسخ مثبت این سوال اتفاق نظر داشته باشیم، آنگاه مهندسی ارزش و مفهوم آن رفته رفته پررنگ‌تر می‌شود.

از دیدگاه انجمن مهندسی ارزش آمریکا (SOCIETY OF AMERICAN VALUE ENGINEERING: SAVE)؛ مهندسی ارزش روشی سیستماتیک با تکنیک‌های مشخص است که کارکرد محصول یا خدمات را شناسایی و برای آن کارکرد، ارزش مالی ایجاد می‌کند به نحوی که آن کارکرد در کمترین هزینه با حفظ قابلیت اطمینان و کیفیت مورد نظر انجام گیرد؛

به بیان دیگر می‌توان گفت: مهندسی ارزش یک کوشش سازمان یافته برای تحلیل عملکرد سیستم‌ها، تجهیزات، خدمات و موسسات به منظور نیل به عملکرد واقعی با کمترین هزینه در طول عمر پروژه است که سازگار با کیفیت و ایمنی مورد نظر باشد. مهندسی ارزش یک روش بسیار مهم برای مصرف بهینه بودجه تخصیص داده شده است.

ارزش بسیار ساده و در عین حال بسیار پیچیده است. زیرا چیزی است که مشتری طلب می‌کند. میلر و هایمان یک پند کلیدی ارائه کردند: هیچ‌کس یک محصول را خریداری

نمی‌کند. مشتریان همیشه کاری را می‌خرند که فکر می‌کنند کالا برای آنها انجام خواهد داد. به عبارت دیگر مردم به صدای با کیفیت اهمیت می‌دهند.

تاریخچه مهندسی ارزش

مهندسی ارزش در زمان جنگ جهانی دوم هنگامی که دست‌یابی به مواد حیاتی دچار مشکل شده بود در صنایع مطرح گردید. این مسئله ارائه راهکارهای جایگزین برای مواد و طرح‌های موجود را موجب شد. در سال ۱۹۴۷ لاورنس دی میلز یکی از مهندسان شرکت جنرال الکتریک آمریکا، (GE) موارد ممکن را مورد ارزیابی قرار داد. او طرح‌ها و روش‌های متعددی برای مقابله با تغییرات آتی بیان کرد و روشی مناسب برای تعیین ارزش یک طرح ارائه داد. به کارگیری این نظریه در صنایع، به سرعت در آمریکا فراگیر شد و برگشت عظیم سرمایه را به همراه داشت. او این حرکت را آنالیز ارزش نام نهاد. پس از آن در اواخر دهه ۶۰ انجمن مهندسی ارزش آمریکا، بنیان‌گذارده شد و سپس صنایع دفاع، شرکت‌های ساختمانی و مراکز صنعتی به تدریج مقرراتی را در رابطه با الزام در اجرای مهندسی ارزش تصویب و به اجرا گذاردند. تا جایی که در اوائل دهه ۸۰ میلادی پیشنهاد اجرای مهندسی ارزش در صنایع دفاعی، مدیریت خدمات عمومی،

روش نموداری است که روابط تمامی عملکردهای تعیین شده را مشخص می سازد این روش به صورت متوالی و منطقی تمامی عملکردها را مشخص و ارتباط، وابستگی و اولویتهای مربوط را نشان می دهد. نحوه کار این روش به طور خلاصه در شکل ۱ ارائه شده است. (این دیاگرام برای آنالیز کارکرد یک سیستم در مهندسی ارزش در فاز آنالیز کارکرد کاربرد بسیار دارد).

لازم به ذکر است عملکردهایی که در سمت چپ این نمودار نوشته می شوند عملکرد اصلی و عملکردهایی که در مسییر سوالات چگونه؟ و چرا؟ قرار می گیرند عملکردهای بحرانی را تشکیل می دهند. حال به تعریف چند واژه کلیدی در موضوع مهندسی ارزش می پردازیم و مروری اجمالی به مراحل اجرای مهندسی ارزش ارائه می گردد:

ارزش (VALUE): اصطلاح ارزش برای مفاهیم مختلف کاربرد دارد و ممکن است با قیمت پولی و یا هزینه مورد سوء تعبیر قرار گیرد. اگر یک محصول نیازهای کامل یک خریدار را در ارتباط با آن محصول برآورده نکند ارزش آن محصول متناسب با قیمت آن نیست. ارزش یک محصول از دیدگاه فروشنده و خریدار متفاوت است و حتی ممکن است استفاده کننده های مختلف بین مفهوم آن اختلاف نظر داشته باشند. به عنوان مثال، ارزش یک پیچ گوستی از دید یک مکانیک بسا خانم خانه دار متفاوت است.

به طور معمول هنگام بحث از ارزش هفت

موثر و کارا در بازار خواهد کرد. زیرا با به کارگیری مهندسی ارزش سازمان می تواند به اهداف زیر دست یابد:

- کاهش هزینه؛ - افزایش سود؛ - بهبود کیفیت؛ - افزایش سهم بازار؛ - انجام کار در زمان کوتاهتر؛ - استفاده کارا تر از منابع.

ملاحظه می شود که برای به ثمر رسیدن اهداف فوق فرآیندی باید طی شود و امکان نیل به اهداف، با نگرش مقطعی تقریباً غیر ممکن به نظر می رسد، از موارد فوق لزوم نگرش سیستمی احساس می شود. یک سازمان بایستی در کنار کاهش هزینه بهبود کیفیت، افزایش سود، زمان کمتر، تخصیص بهینه منابع و غیره را مدنظر داشته باشد، لذا با سیستمی مواجه می شود که ارتباط سیال بین عوامل برقرار می کند و فرآیند ارتباطات را در نظر می گیرد. در مورد این فرآیند که چرخه ای یکطرفه نیست، می توان گفت، بهترین مدل نمایش یک سیستم مهندسی با مدیریت ارزش، دیاگرام جریان داده ها (DATA FLOW DIAGRAM - DFD) است که خواستگاه آن فناوری اطلاعات (IT) است. اگر بتوان مهندسی ارزش را به کمک DFD نمایش داد آنگاه چگونگی ارتباطات اجزای اصلی و فرعی سیستم و آنچه بین اجزا جاری می شود به سهولت قابل پیگیری خواهد بود.

دیاگرام شکل ۲ آنچه که بایستی توسط مهندسی ارزش انجام گیرد را بسا کمک روش تحلیل عملکرد سیستم (FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIQUE = FAST) ارائه می دهد روش تحلیل عملکرد سیستم یک

خدمات پستی و غیره مطرح و موجب موفقیتهای چشمگیر در کاهش هزینه ها در مرحله اجرا گردید. در حال حاضر، براساس قوانین مصوب در ایالات متحده کلیه سازمانهای اجرایی وابسته به دولت ملزم به ایجاد و به کارگیری روشهای موثر مهندسی ارزش در پروژه هایی هستند که با سرمایه ای بیش از یک میلیون دلار انجام می گیرد.

حال به آساری از سازمان مدیریت و برنامه ریزی ایران توجه کنیم: متوسط زمان راه اندازی طرحهای ملی و سرمایه بر در حال حاضر ۸ سال است. ۵۴ درصد از طرحهای عمرانی کشور دارای اشکالات طراحی است. ۲۷ درصد از طرحهای عمرانی ناقص اجرا می شود و ۲۸ درصد از طرحهای عمرانی در مرحله بهره برداری دارای اشکال هستند.

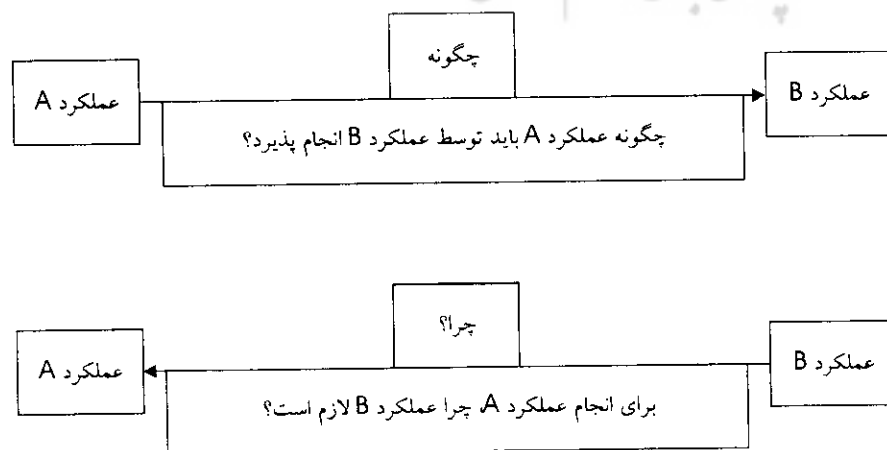
باتوجه به مطالب فوق لزوم اعمال مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی و سرمایه بر احساس می شود و بر این مبنا در سال ۱۳۷۹ دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش از طرف سازمان مدیریت و برنامه ریزی ابلاغ شد.

در آغاز، این تکنیک به نام آنالیز ارزش نامیده شد و بعدها به نامهای دیگر مانند مدیریت ارزش، بهبود ارزش، کنترل ارزش و خرید ارزش به کار رفته است. نیروی دریایی ایالات متحده امریکا این نام را به مهندسی ارزش تغییر داد تا روی قسمت مهندسی این متدولوژی نیز تاکید شود. باوجود تغییر نام، هدف مهندسی ارزش همانند قبل باقی مانده که به مفهوم ایجاد کنترل برای مجموع هزینه ها در زمینه محصول / خدمات در طول عمر محصول است، بدون اینکه کیفیت فدا شود و یا قابلیت اطمینان خدمات / محصول کاهش یابد.

این واقعیت که هزینه های غیرضروری معمولاً در محصول و فرآیند وجود دارد، قابل تامل است. میلز نتیجه می گیرد هزینه های غیرضروری معمولاً ممکن است به علل مختلف از جمله موارد زیر باشد:

- کمبود زمان کافی برای طراحی؛ • کمبود اطلاعات؛ • کمبود ایده؛ • پیش داوریهای منفی؛ • کمبود تجربه؛ • ضعف در روابط انسانی؛ • چندمفهوم بودن؛ • طراحی و تخمین بالاتر از حد نیاز.

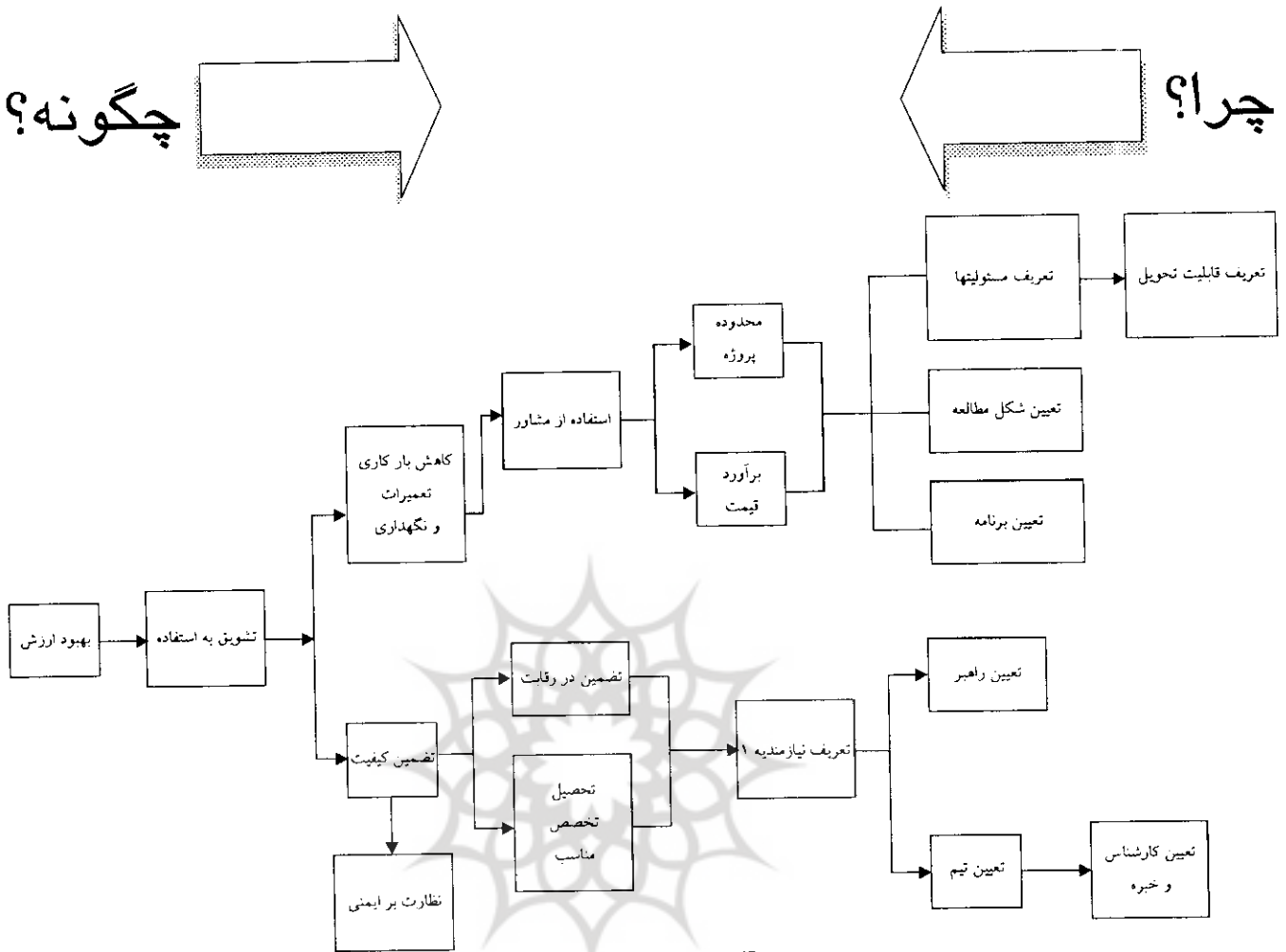
متدولوژی ارزش، سازمان را قادر به رقابت



شکل ۱ - نحوه ارتباط عملکردها در نمودار FAST

چرا؟

چگونه؟



شکل ۲- نمودار FAST برای مهندسی ارزش

زمان به کارگیری مهندسی ارزش

محدوده کار مهندسی ارزش بستگی به اندازه و پیچیدگی پروژه دارد. بالاترین میزان برگشت می تواند زمانی انجام گیرد که در اولین مرحله از عمر پروژه قرار داریم. می توان گفت، در فاز اولیه طراحی، اجرای مهندسی ارزش بسیار موثر است، چرا که نظریه ها هنوز به صورت مفاهیم وجود دارند. کارفرما و طراح در این مرحله در تصمیمات خود انعطاف پذیری بیشتری دارند و تغییرات آثار کمتری بر برنامه زمانبندی پروژه دارد. در این مرحله کارفرما و مشاور، در حال بررسی بودجه پروژه هستند، انجام مطالعه مهندسی ارزش می تواند برای شناسایی عناصر هزینه بر قبل از تصویب بودجه نهایی موثر باشد. مطالعات مهندسی ارزش برای پروژه های ساخت، زمانی انجام می گیرد که حدود ۳۰ درصد از طراحی پیش رفته باشد.

اندازه گیری قابل قبول بودن کارکرد آن برای استفاده کننده ادامه می یابد. این عمل می تواند با جمع آوری داده های آماری و اعتبارسنجی آن با پاسخگویی به سوالهای زیر از دید مصرف کننده حاصل می شود:

هزینه دستیابی به این کارکرد با طراحی فعلی چه میزان است؟

به نظر شما با توجه به عملکرد این کارکرد؟ هزینه آن باید به چه میزان باشد؟

هزینه دستیابی به این کارکرد، اگر مورد جایگزین وجود داشته باشد چه مقدار است؟

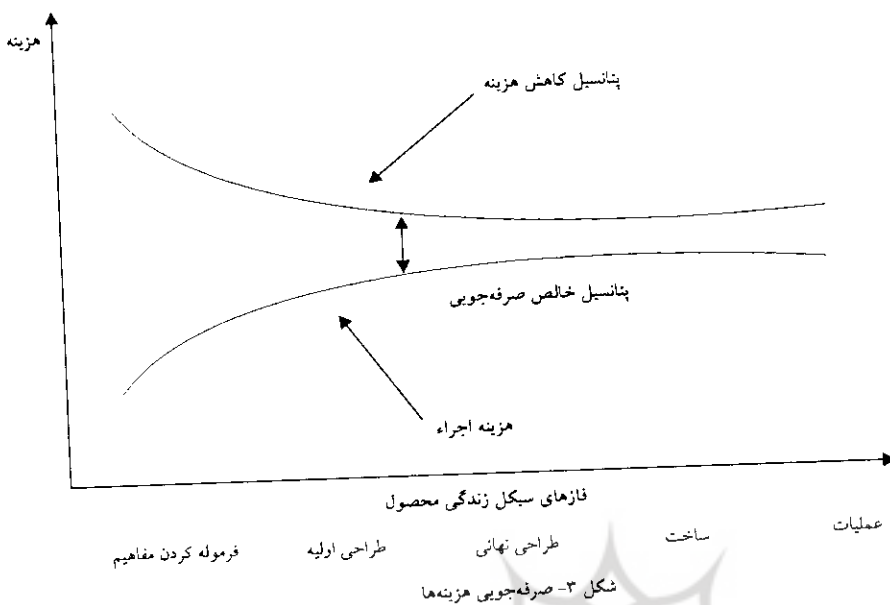
هزینه (COST): هزینه نیازمند تعیین دقیق است و عبارت است از مجموع نیروی انسانی، مواد، نگهداری و هزینه های غیر مستقیم مورد نیاز برای تولید یک محصول و نگهداری آن در طول عمر محصول است. به عبارت دیگر، هزینه برای طول عمر یک محصول یا خدمات مدنظر است.

سطح متفاوت از ارزش وجود دارند:

۱- اقتصادی، ۲- اخلاقی، ۳- اجتماعی، ۴- مذهبی، ۵- قضائی، ۶- زیبایی شناختی.

مهندسی ارزش معمولاً مرتبط با ارزش اقتصادی است که این چنین تعریف می شود: کمترین هزینه برای فراهم کردن وظیفه / سرویس مورد نیاز در زمان و مکان مطلوب و با کیفیت مورد نظر؛ در ساده ترین شکل ارزش برابر است با بها تقسیم بر هزینه.

بها (WORTH): در فرهنگ لغت، بها این چنین تعریف می شود: ارزش چیزی است که با کیفیت و یا اعتباری که همراه خود دارد اندازه گیری می شود. به بیان دیگر، «کمترین هزینه ای که به وسیله آن عملکرد اساسی یک جزء کاری قابل دسترسی است». بها متفاوت با هزینه (به عنوان کمیته در واحد زمان) است. آنالیز ارزش با شناسایی کارکرد محصول / سرویس و



مراحل اجرای مهندسی ارزش

بر اساس تعاریف و برداشتهایی که از مهندسی ارزش وجود دارد برنامه های کاری متفاوتی برای آن ارائه شده است. برای مطالعه فرآیند اجرای مهندسی ارزش متدولوژی که به وسیله SAVE بیان شده، دنبال خواهد شد. طرح ریزی این متدولوژی به نحوی است که آنالیز موثر و کارای پروژه را فراهم می کند و توسعه ماکزیم تعداد راهکار برای نیل به کارکرد مورد نیاز پروژه را فراهم می آورد. این متدولوژی شامل ۳ فاز اصلی زیر است:

- فاز پیش مطالعه؛
- فاز مطالعه؛
- فاز فرا مطالعه.

پیش مطالعه: در خلال فاز پیش مطالعه، رهبر تیم و کارفرما برای تعیین منطق مطالعه قرار داد خواهند بست. پیش مطالعه شامل فعالیتهای زیر برای رهبر تیم است:

- شناسایی و جمع آوری اطلاعات برای پروژه مورد مطالعه؛
- تمهید یک سخنرانی (ارائه) از سوی تیم طراحی و کارفرما برای تیم مهندسی ارزش؛
- توسعه یک مدل هزینه که هزینه ها را (از تخمین اجزا) به هر بخش مهم کار به نحوی تخصیص می دهد که تیم، بهتر می تواند روی موارد هزینه بر تمرکز کند؛
- انتخاب اعضای تیم و تمهید اسباب مورد نیاز برای انجام و هدایت مطالعه؛
- تهیه برنامه ریزی مطالعه و مکان و نیاز به

قراردادی و سفارش در تغییرات به کار می رود. زمانی که تغییر در سفارشات تمایل به افزایش هزینه های قرارداد دارد آنگاه بایستی آنالیز ارزش را برای تسهیل در پیدا کردن راه حل های با هزینه کمتر و جلوگیری از افزایش عملکرد غیر ضروری اعمال کرد.

مرحله عملیاتی و نگهداری: مطالعه مهندسی ارزش در این فاز به عنوان فرصتی برای ایجاد تغییر پیشنهاد می شود که در مراحل قبل مقدور نبودند (شاید ناشی از کمبود زمان و یا دیگر محدودیتها باشد). نتایج مطالعه مهندسی ارزش در این فاز صرفه جویی هزینه با توسعه طول عمر آن از طریق استفاده از مواد جدید، فرآیند و/یا طراحی، کاهش هزینه های تعمیرات، صرفه جویی در انرژی و دیگر هزینه های عملیاتی است.

اجرای مهندسی ارزش برای یافتن پاسخ به این سوال است که چه راه حل دیگری، کارکرد مورد نظر، فرآیند، محصول و یا اجرای آن را با هزینه کمتری محقق می سازد. بنابراین، هرچه از زمان عمر پروژه بگذرد پتانسیل کاهش هزینه کم می شود. شکل ۳ کاهش در پتانسیل بالقوه صرفه جویی هزینه ها با توجه به عمر آن را توصیف می کند و در نهایت می توان چنین گفت که تیم طراحی بیشترین اثر را روی صرفه جویی هزینه دارد.

به عبارت دیگر، طراحی نیمه تمام را نباید مهندسی ارزش کرد. به طور کلی می توان گفت، قبل از اینکه تصمیمات مهم در طراحی اتخاذ شود مهندسی ارزش توصیه می شود و در آن زمان بیشترین اثر را روی هزینه ها دارد. هر پروژه به طور معمول ۵ مرحله توسعه دارد:

- فرموله کردن مفاهیم (مشخص کردن عملکرد)؛

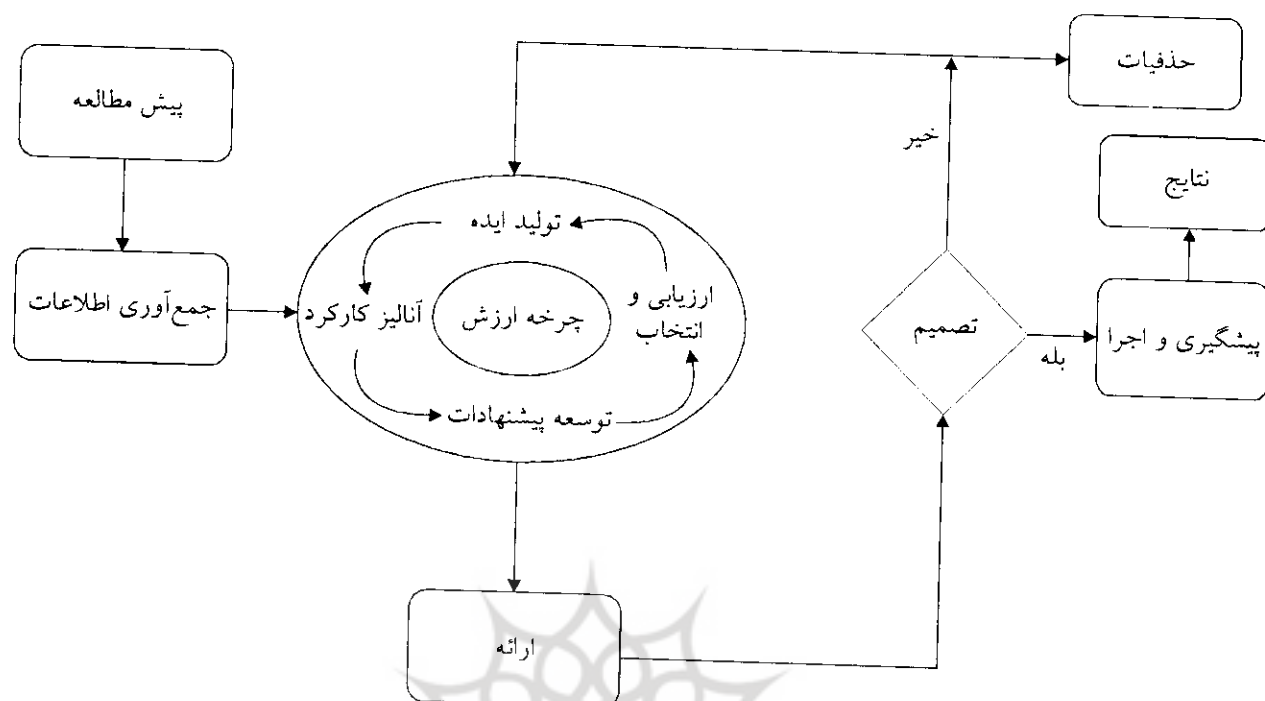
- مرحله طراحی اولیه؛
- مرحله طراحی نهایی؛
- مرحله ساخت؛
- مرحله عملیات.

مرحله فرموله کردن مفاهیم: هدف از فاز فرموله کردن مفهومی، تبدیل (ترجمه) نیازمندیهای کلی (عمومی) به مشخصات عملکردی است. در بیشتر موارد هنوز تصویر کاملی از پروژه نهایی شناخته نشده است، بدین مفهوم که تصمیمات هنوز در شرایط نامشخص هستند. تلاش مهندسی ارزش در این فاز در جهت تهیه ورودی برای نیل به کارکردها به نحوی است که در کمترین هزینه انجام یابد.

فاز طراحی اولیه: در خلال این فاز، مفاهیم تعریف و مشخصات طراحی شروع شده اند. اطلاعات جزئی و کافی برای بیان همه چیزهای کمی و هزینه ها در جهت برنامه ها ارائه شده است. حال زمان مناسبی برای پرسش از خصوصیات عملکرد و اصلاح آنها در صورت لزوم است. یک مطالعه مهندسی ارزش که نیازمند آنالیز، خصوصیات فنی و طراحی وظایف است، می تواند برای گزینه های جایگزین مشخص و پیشنهاد برای بهبود ارزش باشد.

فاز طراحی نهایی: در ضمن این فاز، جزئیات مشخصات طراحی، فرموله و برنامه ریزیها ایجاد شده اند. تلاش مهندسی ارزش در این فاز معمولاً محدود به حذف جزئیات مرتبط با محدودیتهای غیر ضروری و زائد است. معمولاً طراحی مجدد در این مرحله نمی تواند به صورت موثر و اقتصادی انجام گیرد، مگر اینکه پتانسیل صرفه جویی طول عمر محصول به اندازه کافی برای تعدیل هزینه ها بزرگ باشد.

مرحله ساخت: در ضمن فاز ساخت، مهندسی ارزش برای بازبینی مشخصات و نیازمندیهای



شکل ۴- اجرای شماتیک از مهندسی ارزش

است. مراحل زیر کارکرد این فاز را تشریح می کند:

- شناسایی و تعریف کارکرد پروژه با استفاده از فعل و اسم قابل اندازه گیری؛
- طبقه بندی کارکردها بر مبنای: پایه، ثانویه و پشتیبان ثانویه؛
- طراحی یک مدل کارکردی - دیاگرام FAST؛
- تعیین بهای کارکرد؛
- مقایسه هزینه با بهای کارکرد برای تعیین پتانسیل عدم تناسب ارزش و پتانسیل بخشهایی که بهترین فرصت بهبود را دارند؛
- انتخاب کارکرد برای آنالیز.

فاز خلاقیت (ایجاد): هدف از این فاز توسعه کمی ایده ها (ایده های فراوان) برای عملکرد هر یک از کارکردهای پایه است. به عبارت دیگر، در این فاز تیم نیازمند تولید راهکارهای زیاد با توجه به عملکرد تعیین شده و مناسب است. در این فاز تیم می بایستی به این پرسش پاسخ دهد؛ با چه روش دیگری می توان کار را انجام داد؛ این فاز را بعضاً به عنوان فاز؛ طوفان فکری؛ نیز نامیده اند. این عمل به عنوان تلاشی است که با عادات، روشها و فرضیات محدودکننده و

تکمیل می شود.

در فاز اطلاعات انتظار می رود، تیم تصویر واضحی از محصول یا خدمات برای تعیین و تعریف عملکرد و بهای آن به دست آورد. همه داده های مرتبط با محصول می بایست از بهترین منبع جمع آوری شده و با شواهدی ملموس پشتیبانی شود. (زمانی که واقعیات قابل پشتیبانی وجود ندارند عقاید افراد مطلع و خبره بایستی مستند شده باشد) همچنین تیم نیازمند اطلاعات موجود مرتبط با تکنولوژی درگیر و آخرین توسعه تکنولوژی های مرتبط با موضوع نیز است.

جمع آوری داده ها با تعیین عملکرد به نحوی دنبال می شود که با جستجوی جواب برای پنج پرسش زیر، وظایف آسانتر مشخص می شوند:

- آن چیست؟ • چه انجام می دهد؟ • چه بایستی انجام دهد؟ • چه هزینه ای دارد؟ • چه بهائی دارد؟

فاز آنالیز کارکرد: این فاز را می توان یکی از مهمترین بخشهای مهندسی ارزش نام برد. هدف از این فاز را می توان توسعه و بررسی بخشهایی نام برد که مطالعه روی آنها موثرتر

پرسنل پشتیبانی؛

- تهیه برنامه کاری و برنامه ریزی برای بازدید از مکان.

چون مطالعه مهندسی ارزش یک تلاش کوتاه مدت است، تیم بایستی با ساختار پروژه در کوتاه مدت آشنا شود. بنابراین، فاز پیش مطالعه برای آموزش اعضای تیم در مورد پروژه و تعریف اهداف و کارکرد آن به کار می رود. مطالعه اصلی: در این بخش، طراحی کار دنبال خواهد شد. طراحی کار، مطالعه و بررسی را روی بخشهای با هزینه بالا و ارزش پایین هدایت خواهد کرد و شامل ۶ فاز زیر است:

- فاز اطلاعات؛ • فاز آنالیز؛ • فاز ایجاد؛ • فاز ارزیابی؛ • فاز توسعه؛ • فاز ارائه گزارش.

فاز اطلاعات: هدف از این فاز جمع آوری اطلاعات مربوطه، تحلیل عملکرد و شناسایی بهترین فرصتها برای صرفه جویی در طول عمر پروژه است. طراح پروژه و کارفرما تیم را در مورد شناسایی محدودیتهای پروژه و بخشهایی راهنمایی می کند که تمرکز روی آنها فرصت پرسش روی داده های تحقیق فراهم می کند. در صورت امکان بازدید از مکان در خلال این فاز با کلیه اعضای تیم برای آشنایی آنها با تسهیلات

شامل مباحث لازم برای اطمینان مدیریت از اینکه عملکرد مغایر با اثر مورد نظر نیست. (قابلیت اجرا دارد) اطلاعات فنی و پشتیبانی تکمیل و صحیح است و پتانسیل صرفه جویی بر مبنای آنالیز هزینه ها و بهینه بودن تغییرات باشد. معمولاً به همراه گزارش مکتوب، ارائه شفاهی نیز وجود دارد بیان شفاهی می تواند مبنای قبول پیشنهاد باشد.

فرا مطالعه: هدف از این بخش - گاهی به عنوان اجرا نیز نامیده می شود - اجرای توصیه هایی است که به عنوان مهندسی ارزش مورد تایید قرار گرفته است و در زمانبندی طرح نهایی لحاظ می شود. در این فاز نظریه ها می توانند واقعی شوند. کارفرما معمولاً اجرای ایده انتخاب شده و خلاصه اهداف گزارش را دنبال می کند.

فهرست منابع و ماخذ:

- 1 - SAMY E.G. ELIAS "VALUE ENGINEERING A POWERFUL PRODUCTIVITY TOOL." COMPUTERS AND INDUSTRIAL ENG VOL. 35 NO 3-4 PP 381-393. 1998.
- 2 - ALPHONSE DELL, LSOLA, 1997. VALUE ENGINEERING; PRACTICAL APPLICATIONS, FOR DESIGN, CONSTRUCTION, MAINTENANCE & OPERATIONS, KINGSTON, R. S. MEANS COMPANY, INC. (CALL NUMBER: TH 437. D44)
- 3 - STEVE HOLMES. PENG. CVS. "BETTER ROADS AND BRIDGES" MINISTRY OF TRANSPORTATION ONTARIO OCT, 2001.
- 4 - APPLYING VALUE ANALYSIS TO A VALUE ENGINEERING PROGRAM PAPER FOR AHSTO VE CONFERENCE 1999 KEN L. SMITH, PE, CVS.
- 5 - FISHER J. MARIANNE "THE MODIFICATION OF VALUE ENGINEERING FOR APPLICATION IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY "MS THESIS. UNIVERSITR OF CALAGARY. 1999.

۶ - جبل عاملی محمد سعید. میر محمد صادقی علیرضا؛ مهندسی ارزش معرفی، سوء تعبیرها و روابط متقابل؛ - تهران نشر فرات ۱۳۸۰

- رضا توکلی مقدم: عضو هیئت علمی دانشکده فنی دانشگاه تهران
- امیر شکاری: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشکده فنی دانشگاه تهران

است؟

- احتمال اجرای آن چقدر است؟
- این ایده ممکن است روی چه بخشهایی اثر گذارد؟
- این ایده ممکن است روی چه کسی اثر گذارد؟
- آیا این ایده به نسبت، اعمال تغییرات آتی را آسانتر / دشوارتر خواهد کرد؟
- آیا همه خواسته های استفاده کننده را ارضا خواهد کرد؟

فاز توسعه: هدف از فاز توسعه، مهباکردن بهترین گزینه برای بهبود ارزش ایده انتخاب شده در فاز قبل است. در این فاز به ارزیابی کامل راهکارهای باقیمانده پرداخته و جزئیات ویژه ای همچون هزینه کارفرمایی، امکان اجرا، اثر آن بر دیگر بخشهای پروژه مورد بررسی قرار می گیرد. در ضمن فاز توسعه انتظار می رود تیم به طور کامل ایده های انتخاب شده را توسعه دهد و اطلاعات واقعی و عملی را در مورد هر ایده ارائه می دهد. این اطلاعات بایستی شامل بخشهای فنی، هزینه و برنامه ریزی اطلاعات به نحوی باشد که طراح و کارفرمای پروژه ارزیابی از اجرای آن به دست آورند. اطلاعات هر گزینه پیشنهاد شده به طور معمول بایستی شامل موارد ذیل باشد:

- توصیف و شرح طراحی قبل و گزینه های پیشنهاد شده؛
- داده های هزینه و عملکرد، که نشاندهنده اختلاف بین طراحی عمومی (قبلی) و طراحی پیشنهاد شده باشد؛
- مقایسه هزینه طول عمر شامل هزینه عملیاتی و...؛
- برنامه اثرات و بازخور داده های فنی.

پس از لحاظ کردن این موارد است که تیم باید بهترین ایده را تعیین کند.

فاز ارائه: هدف از فاز ارائه دستیابی به توافق و ایجاد تعهد برای طراح و کارفرمای پروژه برای اقدام به اجرای پیشنهاد است. در خلال فاز ارائه، تیم گزارش مکتوبی در مورد بهترین گزینه (ها) مهیا می کند و طرح عملیاتی برای ضمانت اجرایی گزینه انتخاب شده را ارائه می کند. سپس تیم مراحل تصویب آن را برای جلب نظر مسئول مربوطه طی می کند. معمولاً گزارش بایستی منعکس کننده یک پیشنهاد که

معیارهای مشخص محدود نمی شود. داوری در مورد هر یک از ایده ها تا فاز بعدی به تعویق انداخته می شود. لازم به یادآوری است که هیچ ایده ای بد نیست و جریان آزادی از تفکرات و ایده ها بدون انتقاد از هر ایده وجود دارد.

هرچه راهکارهای بیشتری ارائه گردد احتمال بیشتری برای توسعه راه حل بهتر و برجسته تر به وجود می آید. ادبیات مهندسی ارزش در این فاز برای ارائه ایده جدید سؤالیهای زیر را پیشنهاد می کند:

- آیا این عملکرد به کلی می تواند حذف شود؟
- آیا بخشی از آن می تواند حذف شود؟
- آیا تکرار وجود دارد؟
- آیا تعداد طولهای مختلف، رنگها یا تنوع آنها می تواند کاهش یابد؟
- آیا یک بخش به صورت استاندارد می تواند به کار برده شود؟
- آیا این بخش بیش از وظیفه مورد انتظار کار ارائه می کند؟
- آیا هزینه مواد به کار رفته می تواند کاهش یابد؟

برای موفقیت در این فاز دو بخش کلیدی وجود دارند: نخست، هدف از این فاز راههای ممکن برای طراحی پروژه نیست بلکه برای توسعه راهکارهای انجام کارکرد انتخاب شده مطالعه است و دوم، یک فرآیند ذهنی یا تجارب گذشته برای نیل به ایده های جدید، ترکیب می شود. هدف از پیدا کردن ترکیبات جدید دستیابی به کارکردهای مطلوب با هزینه کمتر و بهبود عملکرد است.

فاز ارزیابی: در خلال فاز ارزیابی، ایده هایی تولید شده در فاز قبلی (فاز ایجاد یا تفکر و تعمق) آنالیز شده و ایده های مناسب برای بسط بیشتر انتخاب می شود. هدف این فاز ارزیابی راهکارهای پیشنهاد شده، حذف ایده های نامناسب و انتخاب بهترین گزینه است.

برای کمک برای ارزیابی یک ایده فهرستی از سؤالیهای زیر ارائه می گردد، با ارزیابی جوابها قضاوت در مورد هر یک از ایده ها ساده تر خواهد بود:

- آیا این ایده عمل خواهد کرد؟
- آیا این ایده می تواند با دیگر ایده ها ترکیب تعدیل شود؟
- پتانسیل صرفه جویی این ایده چه میزان