

بررسی مفاهیم مهندسی ارزش جهت رویکرد به پروژه های عمرانی

کوروش یزدانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع

دانشکده فنی دانشگاه تهران

بخش اول:

مهندسی ارزش؛ یک نگاه کلی

Value Engineering Overview

مقدمه:

مهندسی ارزش (با مفهومی نزدیک به مدیریت ارزش و تجزیه و تحلیل ارزش) رویکردی گروهی، سیستماتیک، کارکردگرا و دارای کاربردی حرفه ای است که برای ارزیابی و بهبود ارزش در یک محصول، طراحی یک وسیله، طراحی سیستم، اجرای پروژه های صنعتی و عمرانی و دیگر خدمات به کار گرفته می شود.

مهندسی ارزش متدولوژی قدرتمندی است برای حل مسائل، کاهش هزینه ها و به طور همزمان، بهبود عملکرد و کیفیت. با شناسایی و ارتقای شاخصهای ارزش، مهندسی ارزش، رضایت مشتری را افزایش می دهد و به ارزش سرمایه گذاری می افزاید. این متدولوژی را که از راهبردهای موفق بلندمدت و تجاری است، می توان در تمام بخشهای تجاری یا اقتصادی، نظیر صنایع، دولت، ساخت و ساز و خدمات به کار گرفت.

مهندسی و مدیریت ارزش که از سال 1947 توسط " لاری مایلز" در ایالت متحده آغاز به گسترش کرد، امروزه در کشورهای پیشرفته صنعتی جهان کاربردی وسیع و دستاوردهایی بی نظیر داشته است. بررسی اسناد و مدارک موجود و مرور اطلاعات موجود انجمن مهندسان ارزش آمریکا (**SAVE : Society Of American Value Engineering**) گواه آن است که انجام مهندسی ارزش روی پروژه ها، تا چندین صد میلیون دلار صرفه جویی دربرداشته است. در سطح ملی نیز، با مراجعه به پروژه های تعریف شده ای که مهندسی ارزش در آنها مدنظر بوده است، می توان تغییرات و بهبود همزمان عملکرد و کیفیت و کاهش هزینه را شاهد بود. از این رو امروزه با پی بردن دولتمردان و دست اندرکاران پروژه های صنعتی و عمرانی، قوانین و مقرراتی مبنی بر ضرورت و همه گیرشدن به کارگیری مهندسی ارزش در پروژه ها وضع شده است.

تجارت جهانی شرکتها را به طور فزاینده ای به سمت بازار رقابتی کشانده است. از همین روست که استفاده از روش تحلیل ارزش و مهندسی ارزش ضرورت بیشتری پیدا کرده است. در طی سالهای اخیر، روش تحلیل ارزش قابلیت و امتیازهای خود را به اثبات رسانده است. این روش یک ابزار قوی است که کاربرد آن نتایج مثبتی را به همراه دارد. روشی که دیدگاه های تثبیت شده و فعلی را به چالش می طلبد و غالباً به عنوان یک روش نقاد از عملکردهای معمول مدیریتی شناخته می شود.

به طور کلی مهندسی ارزش یک تلاش منسجم در جهت تحلیل کارکرد سیستمها، تجهیزات، تأسیسات، نگهداری و تعمیرات، تعویض تسهیلات و مراحل اجرایی تدارکات به منظور دست یابی به کارکردهای پیش بینی شده با کمترین هزینه کلی می باشد.

مقدمه و تاریخچه مهندسی ارزش:

تمامی مدیران خواهان سازمانی پویا و انعطاف پذیر هستند تا بتوانند در نوآوری چنان پیشرفته باشند که کالا یا خدماتشان همواره بهترین کیفیت و تازگی را داشته باشد. شرکتهای امروزی توسط سه نیروی مشتریان، رقبا و دگرگونی ها به مسیری غیرقابل پیش بینی هدایت می شوند. امروزه مشتریانی هستند که خواسته های خود را به شرکتهای تحمیل می کنند و همواره به دنبال کیفیت بالاتر هستند و لذا در جریان رقابت، شرکتی که کیفیت بالاتر و خدمات بیشتری را در ازای هزینه کمتر ارائه کند، می تواند رقیبان خود را از صحنه خارج نماید. سومین نیروی کارساز، دگرگونی هایی است که بر شرکت ها اعمال می شود.

با جهانی شدن اقتصاد، شرکتهای با رقبای بیشتری مواجه می شوند. به نظر می رسد تنها راه برای بقا، رشد و دستیابی به سود بیشتر، توجه جدی به مقوله کاهش هزینه است.

روش مهندسی ارزش این امکان را به وجود می آورد که به هر دو هدف مهم کم کردن هزینه ها و بهبود کیفیت خدمات در یک زمان، بتوان دست یافت و این روش، راه حل مناسبی برای کم کردن هزینه ها بدون خدشه بر کارایی یا کیفیت خدمات ارائه می نماید.

رویکرد مهندسی ارزش، رویکردی متعهدانه و سیستماتیکدر جهت تحلیل فعالیتها برای دست یابی به ارزش بهینه به ازای هر واحد هزینه صرف شده است. در یک بازار تجارت رقابتی، موفقیت یک واحد اقتصادی در گرو ارائه بهترین ارزش به ازای قیمت مورد نظر مصرف کننده است. این بهترین ارزش، از طریق ملاحظات عملکرد و هزینه به دست می آید. تجربه نشان داده است که به ازای هر واحد پولی که صرف تحقیقات مهندسی ارزش می شود، بین 15 تا 20 و در بعضی موارد، بیش از ده ها و صدها برابر بازگشت سرمایه وجود دارد.

مطالعه در مورد مهندسی ارزش، در زمان جنگ جهانی دوم، بر اثر کمبود مواد اولیه آغاز شد. لاورنس دی مایلز، در شرکت جنرال الکتریک، برای اولین بار به دنبال روشی گشت تا بدون صدمه زدن به کیفیت و کارایی، مواد را جایگزین یکدیگر سازد. مایلز روشی را پیشنهاد کرد که در آن، تیمهای متشکل از افراد با تجربه، وظایف و کارکرد محصولات شرکت را آزمایش می کردند. این تیمهای سازمان یافته از طریق تکنیکهای خلاق، تغییراتی در محصول ایجاد نمودند تا بدون تأثیر بر خدمات، بازده را افزایش دهد. این روش مایلز، تحلیل ارزش نامگذاری شد. سازمان دفاع آمریکا به سودمندی این روش در به کارگیری منابع پی برد و این روش را به نام جدید " مهندسی ارزش " ارتقا داده، در بخشهای مختلف تجارت و صنعت به کار گرفت. مهندسی ارزش به طراحی فرآیند قبل از عمل اطلاق می شود، در حالی که آنالیز ارزش در مورد محصول یا بعد از تولید به کار می رود. اما آنالیز ارزش، قابل تغییر به مهندسی ارزش است. آنالیز ارزش و مهندسی ارزش هر دو اصول مشترکی دارند و دربرگیرنده تحلیل ارزش می باشند.

اصول پیاده سازی 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 صرفه جویی مالی به طور اتوماتیک به دست می آید.

اصولاً هرچه مهندسی ارزش در یک طرح زودتر شروع شود، فایده بیشتری خواهد داشت؛ زیرا در مراحل شکل گیری طرح، پیشنهاد تغییرات به روش مهندسی ارزش، راحت تر پذیرفته می شود؛ گرچه می توان این روش را حتی در مراحل پایانی تولید محصول یا ارائه خدمات نیز به کار گرفت.

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 غیرواضح اهداف کاهش هزینه، عدم انجام ارزیابی های کافی به ویژه در مورد هزینه ها از جمله عوامل بازدارنده به کارگیری مهندسی ارزش هستند. علاوه براین، 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 براین 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 نمی باشد. اما در مقابل از مزایای به کارگیری مهندسی ارزش به صورت خلاصه، می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- اجتناب از ریسک
- بالابردن کیفیت
- بهبود و توسعه خدمات و محصولات
- استفاده از اطلاعات مربوط به مشتریان و سازمان داخلی که باعث پاسخگویی بی درنگ به نیازهای جدید مشتریان با کیفیت بهتر خواهد شد.
- توانایی بهره جستن از مزایای بازار رقابت جهانی
- به حداقل رساندن اتلاف منابع
- کاهش پیچیدگی محصولات
- افزایش قابلیت تولید و اطمینان

اساس مهندسی ارزش :

اساس مهندسی ارزش، یافتن رابطه بین "هزینه"، "وظایف" و "تحلیل وظایف" است. این مطالعه منجر به یافتن راه های متفاوت برای دست یابی به هزینه کمتر و ارائه خدمات بیشتر می شود. از بین این روشهای متفاوت، باید روشی را که دارای کمترین هزینه است، انتخاب گردد.

در حقیقت، مهندسی ارزش مهم ترین گام به سوی صرفه جویی است. بدین منظور لازم است به 5 سؤال پاسخ داد :

1. محصول چیست ؟
2. چه کاری انجام می دهد ؟
3. چه هزینه ای دارد ؟
4. آیا راه متفاوتی برای تولید وجود دارد ؟
5. به کارگیری این روشها چه هزینه هایی را دربر دارند ؟

با یافتن پاسخ این سؤالات 3 گام اصلی؛ یعنی، تعریف وظایف، ارزیابی وظایف و توسعه داده ها برداشته می شود.

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 ارزش تر و با هزینه کمتر تولید کند. برای پیدا کردن بخشی از هزینه های اضافی، باید از روش تحلیل وظایف استفاده کرد تا هزینه های غیرضروری که ناشی از ترکیب کارکردها و وظایف غیرضروری هستند، حذف شود. این تحلیل و تبیین بر اساس نظر مشتریان صورت می گیرد نه واحد تولید کننده. 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.

فرآیند مهندسی ارزش :

فرآیند مهندسی ارزش شامل 6 گام به شرح زیر است :

1 : انتخاب پروژه

تحقیقات مهندسی ارزش غالباً در واحدهایی به کار گرفته می شود که نسبت قیمت تمام شده آن به عملکرد محصول بالاست. معمولاً شرکتهایی که مدت طولانی بدون تغییر بوده یا واحدهای شلوغ داشته باشند، برای ساده سازی و کاهش هزینه ها مناسب تر هستند. تحقیقات در شرکتهایی که مشکل واضحی مثل تحویل ندادن به موقع محصولات در آنها وجود دارد، ساده تر و مفید است. پروژه تحقیقاتی باید مسأله ای را حل کند که نیاز واقعی شرکت و مورد حمایت مدیریت شرکت باشد. همچنین؛ مسأله فوق برای افرادی که در آن سیستم کار می کنند، مهم بوده و در نهایت بازگشت سرمایه آن بالا و احتمال موفقیت آن زیاد باشد.

2 : جمع آوری اطلاعات

بعد از انتخاب موضوع مورد مطالعه، لازم است اطلاعات کافی و فراوانی در مورد آن جمع آوری شده ، محصول به طور کامل تعریف شود. منظور از تعریف محصول این است که محصول همان طور که طراحی شده و مصرف می شود، معرفی گردد. در جمع آوری اطلاعات باید نظرات شخصی، کمترین اثر ممکن را داشته باشد.

3 : تعریف کارکرد یا وظیفه

تعریف کارکرد یا وظیفه منجر به شناختن وظایف در یک پروژه می شود. در این قسمت به دو سؤال پاسخ داده می شود :

1. چه کاری انجام می شود ؟ (آنچه که هست.)

2. چه کاری باید انجام داد؟ (آنچه باید باشد.)

تعریف وظیفه، پاسخ به دو سوال فوق است. یک وظیفه باید تا جایی که امکان دارد، ساده تعریف شود و این سادگی، باید به طور کمی با چنان کلماتی بیان شود که به ما اجازه توسعه تفکرات و خلق ایده های جدید را بدهد. سادگی تعریف، اجازی انتخاب روشهای متفاوت را به ما می دهد.

4: مرتب کردن مجدد وظایف

اکثر کالاها و خدمات دارای چندین وظیفه هستند که نیازهای ما را همزمان برآورده می سازند. در این حالت یک وظیفه بالاتر از سایر وظایف قرار گرفته و در همین حال، وظایف دیگر را زیر مجموعه خود قرار می دهد که هدف از ساخت وسیله را تأمین می نماید.

5: ارزیابی وظایف

در این مرحله لازم است کارهای زیر صورت گیرد:

1. استخراج هزینه ها : در تعیین هزینه ها، باید دو نوع هزینه واقعی (سخت) نظیر هزینه مواد اولیه و هزینه های ذهنی (نرم) مانند سختی کار را در نظر گرفت.

2. تعیین ارزش کارکرد : ارزش، نشانگر ارتباط میان وظایف مورد انتظار خریدار و قیمتی است که او برای تصاحب کالا یا خدمات (وظایف) می پردازد. به عنوان مثال، به روشهای تعیین ارزش زیر می توان اشاره کرد :

الف . تعیین ارزش به وسیله قضاوت و تجربه

ب . تعیین ارزش به وسیله مقایسه

ج . تعیین ارزش به وسیله **Blast & Rehone**

د . تعیین ارزش به وسیله مقایسه با استانداردهای موجود

هـ . تعیین ارزش به وسیله عوامل ارزش

و . تعیین ارزش در مقایسه هزینه

تعیین شاخص ارزش : شاخص ارزش به عنوان معیاری برای اندازه گیری ارزش استفاده می شود. یک عدد بدون بعد (دیمانسیون) که به وسیله آن یک ارزش قابل فهم به وظایف تخصیص می دهیم.

6: پیدا کردن و جایگزین نمودن وظایف اداری شاخص ارزش پایین

با پاسخ به این دو سؤال که "بهترین انتخاب چیست؟" و "هزینه این انتخاب چقدر است؟" می توان اقتصادی ترین راه را انتخاب نمود.

لازم است پس از تهیه لیستی از اقلام با کارکردهای مشابه و نیز نادیده گرفتن تمامی محدودیتهای، تغییرات و اصلاحات لازم را اعمال نموده،

ارزان ترین راه را به عنوان پایه ای برای ارزیابی های آتی انتخاب کنیم. اصلاحات به دو روش اعمال می گردند:

الف. روشهای آزاد مانند ابتکار و نوآوری

ب . روشهای منطقی مانند چک لیست

بخش دوم:

مهندسی ارزش؛ مفاهیم و چگونگی اجرای آن

Value Engineering; Concepts and Implementation

چکیده :

در سالهای اخیر دیدگاه مهندسی ارزش به عنوان کاربردی ترین روشهای کاهش هزینه ها در امور مهندسی شرکت ها به کار رفته است. امروزه مهندسی ارزش به عنوان شکل کامل بری از روش تجزیه و تحلیل ارزش در اغلب شرکت های تولیدی - صنعتی، به ویژه در امور طراحی محصول و فرآیندهای تولید به کار گرفته می شود. پیشرفت سریع فن آوری در روشهای تولید و ابداع مواد اولیه جدید، مهندسی ارزش امکان ساخت محصولات و مواد جدید را فراهم می نماید. این پیشرفت ضرورت بهره گیری از این دیدگاه را جهت ارزش یابی بدیل‌های مختلف تولید شدت بخشیده است.

در سال 1974 شرکت جنرال الکتریک از روش تجزیه و تحلیل خاصی جهت بررسی و کاهش مجموع هزینه های شرکت در بخش خرید اقلام اولیه و مصرفی خود بهره جست که این روش بعدها، " تجزیه و تحلیل ارزش " نامگذاری شد و به سرعت با استقبال سایر شرکت ها و مؤسسات ، خصوصاً مؤسسات تولیدی و صنعتی که در فرآیند تولید خود نسبت به سفارش و خرید حجم قابل توجهی از مواد اولیه و کالاهای نیمه ساخته اقدام می نمودند، مواجه گردید.

روش مذکور در ابتدا، همچون برخی تکنیکهای مشابه نظیر روش ساخت یا خرید، روش استانداردسازی کالاهای مصرفی، روش تجزیه و تحلیل اقتصادی، روش کاهش (ساده سازی) اجزای محصول و ... صرفاً با هدف کاهش هزینه در بخش خرید یا سفارشات خارجی شرکتها به کار گرفته می شد؛ اما بعدها گسترش آن به سایر امور خصوصاً مباحث طراحی محصول و فرآیندهای تولید، به تدریج تجزیه و تحلیل ارزش با هدف تأکید بر جنبه های مهندسی این تکنیک از عنوان تجزیه و تحلیل ارزش، به عبارت مهندسی ارزش تغییر یافت، به نحوی که امروزه از این روش در پهنه وسیعی از امور مهندسی شرکتها استفاده می شود. در مورد اهمیت و کاربرد روزافزون این تکنیک در امور مهندسی مؤسسات ذکر این نکته کافی است که بنابر گفته **EVANS** در پایان دهه 80، از 20 شرکت ژاپنی، 17 شرکت دارای پست معاونت در امور مهندسی ارزش بوده اند.

تعاریف و مفاهیم پایه :

دو روش «تجزیه و تحلیل ارزش» و «مهندسی ارزش» اساساً دارای هدف و روش مشابهی می باشند. لذا در اغلب موارد این دو عبارت به صورت مترادف به کار گرفته می شوند. چنانچه **BABCOCK** نیز بر این موضوع تأکید داشته و هدف هر دو تکنیک را مطالعه هوشمند و منظم کلیه اجزای محصول به منظور کشف و حذف گزینه های غیرضروری، بدون ایجاد هرگونه خلل در اثربخشی محصول می داند. به نظر وی روش هر دو دیدگاه نیز مشابه است و در هر دو تکنیک تعدادی سؤال در خصوص محصول، اجزا و فرآیند تولید آن طرح می گردد. لذا در اغلب منابع موجود، در مورد این دو روش تعریف واحدی ارائه گردیده است. از جمله، انجمن مهندسی ارزش آمریکا، تجزیه و تحلیل مهندسی ارزش را به شرح زیر تعریف نموده است. این تعریف کمابیش مورد قبول سایر صاحب نظران نیز قرار داشته و در منابع مختلف به نحو مشابهی تکرار شده است :

مهندسی (تجزیه و تحلیل) ارزش، تعیین ارزش پولی محصول (یا خدمات) بر اساس سطح معینی از کارکرد (یا عملکرد) محصول و قابلیت اطمینان آن با حداقل هزینه ها است. (به عبارت دیگر مهندسی ارزش عملکرد محصول با قابلیت اطمینان معین در سطح حداقل هزینه را تضمین می نماید.)

در همین خصوص لغت نامه **APICS** نیز مهندسی ارزش (تجزیه و تحلیل) ارزش را چنین تعریف نموده است :

مهندسی ارزش استفاده روشمند و منظم از تکنیکهایی است که ارزش محصول با عملکرد و کیفیت معین در سطح حداقل هزینه ها را محاسبه و تعیین می نماید.

لذا همان گونه که بیان شد از نظر روش و هدف این دو تکنیک مشابه هستند و در واقع آنها را باید یکسان فرض نمود؛ اما در عین حال این دو تکنیک دارای برخی تفاوت‌های آشکار با یکدیگر نیز هستند، که دقت در این موارد در فهم کلی موضوع مؤثر است. در ادامه به برخی از این تفاوتها اشاره می شود.

2_1 اختلاف اول :

عبارت تجزیه و تحلیل ارزش عمدتاً در مورد خرید کالاها و مواد اولیه و نیمه ساخته (در واحدهای سفارش و خرید مؤسسات) به کار می رود، در حالی که واژه مهندسی ارزش در سطح تجزیه و تحلیل های مهندسی (خصوصاً طراحی محصول، طراحی فرآیند، کنترل پروژه و ...) استفاده می شود. چنانچه **Delmar** نیز در این مورد می گوید :

"تجزیه و تحلیل ارزش، تلاش سازمانی منظمی جهت کاهش هزینه مواد و قطعات خریداری شده بدون هرگونه ضربه به کاربر مورد انتظار قطعات و جنبه های زیباشناختی آنها است. در حالی که مهندسی ارزش تعیین کارکرد محصول با حداقل هزینه ها در مرحله طراحی محصولات است."

EVANS نیز در این مورد تعبیر مشابهی دارد. وی با اطلاق واژه مهندسی ارزش به کاهش یا محدود کردن هزینه ها در جریان تولید، این دو روش زیر را به شرح زیر تعریف می نماید:

الف) تجزیه و تحلیل ارزش تلاش جهت کاهش هزینه های محصول با جایگزین مواد ارزان تر (با همان کیفیت)، کاستن از اجزای محصول و ... می باشد. به عبارت دیگر، تجزیه و تحلیل ارزش بررسی هزینه محصول از طریق اجزای آن به منظور تعیین میزان مشارکت هزینه ها در ارزش محصولات است.

ب) مهندسی ارزش تلاش جهت کاهش هزینه های محصول در مرحله طراحی با حفظ قابلیت اطمینان هر قطعه مطابق با انتظارات است.

2_2 اختلاف دوم:

اختلاف یا تفاوت دوم که درک آن در فهم کلی موضوع مهندسی ارزش مؤثر تلقی می شود، ناشی از تفاوت دو مفهوم مجموع هزینه ها (قیمت تمام شده تا مرحله ارایه محصول به مصرف کننده) و ارزش محصولات است که جهت درک موضوع ابتدا مفوم این دو واژه به طور مختصر بررسی و تفهیم می گردد.

الف) مفهوم مجموع هزینه ها در مهندسی ارزش : از دید مهندسی ارزش مجموع هزینه های تولید محصول (یا ارائه خدمات) را می توان به سه دسته تقسیم نمود :

1. هزینه های تولید که عمدتاً شامل مواد، دستمزد و هزینه سربار می باشد.
2. هزینه های ارائه محصول یا هزینه های پس از فروش که شامل هزینه های راه اندازی و نصب محصول، هزینه های نگهداری و تعمیرات و خدمات پی از فروش (مدت گارانتی) می باشد.
3. هزینه مصرف یا کاربرد محصول که عملاً شامل هزینه هایی است که تولیدکننده جهت افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان محصول صرف می کند.

البته هزینه مصرف (کاربرد) از دید حسابداری متعارف صنعتی، بخشی از هزینه های تولید محسوب می شود و مربوط به تولید است، اما در عین حال این بخش از هزینه ها بر افزایش هزینه مصرف از جانب خریدار نیز تأثیرگذار است و در واقع، هر چقدر تولیدکننده کیفیت و قابلیت اطمینان محصول را افزایش دهد، به دلیل افزایش طول عمر محصول، هزینه مصرف (مصرف کننده) کاهش می یابد. لذا این بخش از هزینه های تولید در افزایش رضایت مصرف کننده مؤثر بوده، عملاً بخشی از سودمندی محصول را تسکین می دهد.

ب) مفهوم ارزش در بحث مهندسی ارزش : صرفنظر از معنای لغوی ارزش نزد عموم بدیهی و معمولاً از سنجش ذهنی کالاها و اشیا با یکدیگر و یا با پول ناشی می گردد. این کلمه خود تقسیم بندیهای متعددی دارد و از زوایای مختلف قابل توجه است. ارزشها می توانند اقتصادی، اخلاقی، اجتماعی، سیاسی، حقوقی، مذهبی یا دینی، شخصی (شخصیتی) و ... باشند. به عنوان مثال از جهت اقتصادی واژه ارزش بیانگر ارزش مبادله است که این خود نوعی سنجش پولی (قیمت کالا و خدمات) است. در بازاریابی مهندسی ارزش نیز واژه ارزش مفهومی مشابه با اقتصاد را دربرمی گیرد. با این وجود ابعاد دیگری را نیز شامل می شود. در بحث مهندسی ارزش می توان ارزش را ناشی از نوعی سنجش بین مطلوبیت و قیمت کالا تعریف نمود. به عبارت دیگر، ارزش را می توان نوعی درک ذهنی مشتری در مورد مطلوبیت کالا در مقایسه با قیمت آن به شمار آورد. اما مطلوبیت چیست؟

مطلوبیت ترکیبی از دو عامل سودمندی و سایر عوامل بازاریابی مرتبط با محصول است. (که می توانند اقتصادی و یا غیراقتصادی باشند) خلاصه این عوامل در جدول شماره 1 نشان داده شده است.

مطلوبیت	مرتبط با اصل محصول (ماهیت کالا)	سودمندی	عوامل بازاریابی
		مرتبط با فروشنده (خدمات پس از فروش)	<ol style="list-style-type: none"> 1. عملکرد 2. قابلیت اطمینان 3. کیفیت
			<ol style="list-style-type: none"> 1. نصب و راه اندازی 2. گارانتی 3. سرویس های خدماتی 4. رایة قطعات مصرفی 5. اعتبار فروشنده 6. ...

جدول شماره 1: اجزای مطلوبیت در مهندسی ارزش

همچنین؛ "سودمندی" که در اقتصاد "ارزش مصرفی" نیز نامیده شده است، خود شامل 3 جزء می باشد :

الف) عملکرد یا کارکرد که عبارتست از قابلیت یا توانایی محصول جهت رفع نیاز مطابق با آنچه از آن انتظار می رود.

ب) قابلیت اطمینان که عبارتست از حفظ کارکرد مطلوب محصول در دوره معین یا دوره عمر پیش بینی شده محصول

ج) کیفیت که در قابلیت محصول جهت ارایه بالاترین حد کارکرد تعریف شده در دوره معین یا دوره عمر محصول است.

حال با توجه به توضیحات فوق افزایش ارزش محصول در دید مشتری (به عنوان هدف اصلی مهندسی ارزش) به دو طریق انجام پذیر است که بند الف، عمدتاً موضوع مهندسی ارزش و بند ب، موضوع تجزیه و تحلیل ارزش است.

الف) افزایش مطلوبیت با حفظ قیمت قبلی.

ب) کاهش قیمت با حفظ مطلوبیت قبلی.

البته بدیهی است منظور از قیمت در بحث فوق، قیمت فروش محصولات (شامل هزینه های ارایه محصول) است که خود ترکیبی از قیمت تمام شده یا مجموع هزینه ها (بند 2_2_الف) و درصدی سود است. لذا با فرض ثابت ماندن درصد سود در بحث فوق، به جای قیمت می توان مجموع هزینه ها را قرار داد. پس در صورتی که در تجزیه و تحلیل های انجام شده افزایش مطلوبیت مدنظر باشد (با همان سطح کیفیت و مجموع هزینه های قبلی) موضوع مورد بحث، مهندسی ارزش خواهد بود و بدیهی است در این حالت این امر عمدتاً از طریق تغییر طراحی محصول انجام می پذیرد (به همین دلیل **EVANS** مهندسی ارزش را به طور کلی، جزیی از ابزارهای مهندسی کیفیت محسوب می کند و می گوید: کیفیت مقدم بر تولید است و در مرحله طراحی باید انجام شود).

همچنین در صورتی که در تجزیه و تحلیل های انجام شده صرفاً کاهش قیمت تمام شده (مجموع هزینه ها) با حفظ سطح مطلوبیت قبلی مدنظر باشد (که در اغلب موارد می توان این امر را با ترکیب، تغییر، تحدید و ... اجزای محصول انجام داد) موضوع عمدتاً در دایره تجزیه و تحلیل ارزش قرار می گیرد.

2_3 اختلاف سوم :

در برخی منابع تفاوت های دیگری نیز در مورد دو تکنیک مهندسی و تجزیه و تحلیل ارزش بیان شده است. به نظر می رسد مستقلاً از اهمیت چندانی برخوردار نمی باشد. از جمله **Babcock** در این باره می گوید : « عبارت مهندسی ارزش در بررسی محصولات جدید و عبارت تجزیه و تحلیل ارزش در بررسی محصولات قدیمی به کار می رود، هر چند در اغلب موارد این دو عبارت به طور مترادف به کار گرفته می شوند.»

همچنین؛ **Fallon** رئیس سابق انجمن مهندسی ارزش آمریکا معتقد است : « در تجزیه و تحلیل های مهندسی ارزش، عمده واحدهای یک مؤسسه (پشتیبانی، تولید، خرید، بازاریابی و ...) بایستی به ایفای نقش بپردازند؛ در حالی که در تجزیه و تحلیل ارزش معمولاً واحدهای خرید و پشتیبانی، خود می توانند اقدامات لازم را به عمل آورند.» در نهایت **Schroeder** معتقد است : «مهندسی ارزش از طریق طراحی مجدد محصولات موجود انجام می شود، (در تجزیه و تحلیل ارزش الزاماً طراحی مجدد محصول انجام نمی شود) هر چند که هدف هر دو تکنیک حذف هر چیزی است که با ایجاد هزینه، در ارزش محصول تأثیری نمی گذارد.»

چگونگی اجرا :

همان گونه که گفته شد مهندسی ارزش و تجزیه و تحلیل از جهت شیوه اجرا مشابه یکدیگر بوده، عمدتاً متکی بر طرح تعداد سؤال هستند که نمونه ای از مهمترین سؤالات قابل طرح در این مورد در قالب یک چک لیست در جدول شماره 2 ذکر شده است.

نام و مشخصات کالا (قطعه):	نوع عملکرد:
مشخصات فنی:	نحوه دسترسی (ساخت، خرید و ...):
قیمت برآوردی:	مرحله به کارگیری:
<p>میزان ارزش افزوده قطعه (Value Added) چقدر است؟</p> <p>امکان حذف کلی قطعه وجود دارد؟</p> <p>به چه طرق دیگری می توان این قطعه را تهیه نمود؟ آیا به این طریق ارزش افزوده بیشتری ایجاد می شود؟</p> <p>امکان ادغام و ترکیب و یا تغییر شکل قطعه با قطعات دیگر وجود دارد؟ در این صورت چه نتایجی حاصل می گردد؟ (مزایا، معایب)</p> <p>امکان جایگزینی قطعه با کالاهای داخلی وجود دارد؟</p> <p>امکان به کارگیری قطعه با مواد و قطعات ارزان تر وجود دارد؟</p> <p>در صورت ایجاد هرگونه تغییر در محصول یا قطعات آن، فرآیند تولید جوابگو می باشد؟ در این صورت نیازی به تغییر فرآیند تولید نخواهد بود ... ؟</p> <p>آیا با ترکیب، کاهش و ... قطعات، عملیات تولید کاهش می یابد و بالعکس؟</p> <p>در وضعیت فعلی میزان ضایعات چقدر است؟</p> <p>با روشهای پیشنهادی جدید ضایعات چه میزان خواهد بود؟</p> <p>...</p>	
<p>س از تکمیل چک لیست فوق (شامل هر تعداد سؤالات مکمل دیگر) پاسخ سؤالات توسط گروه کارشناسی مربوط، تجزیه و تحلیل شده در نهایت پیشنهادات نهایی به مدیریت شرکت ارائه می شود.</p>	

جدول شماره 2 : چک لیست مهندسی ارزش

در عین حال برای اجرای بهتر و کاراتر مهندسی (تجزیه و تحلیل) ارزش، پیشنهاداتی نیز ارائه گردیده است که در زیر به برخی از آنها اشاره می شود:

- به کارگیری دیدگاه مهندسی همزمان در اجرای تکنیک تجزیه و تحلیل و خصوصاً تکنیک مهندسی ارزش ضروری است و بر کاربرد آن تأکید می شود. بر اساس این دیدگاه همچون بسیاری از امور مهندسی دیگر، شرکت برای اجرای مهندسی ارزش، گروه هایی با

تخصص‌های مختلف (فنی، فروش، تولید، بازاریابی و...) تشکیل می‌دهد و حتی در صورت نیاز کارشناسی از خارج شرکت به کار می‌گیرد. ضمناً نتایج بررسی‌ها و اقدامات گروه در نهایت، در قالب پیشنهادات مشخص به مسئولین و گردانندگان شرکت ارائه می‌شود.

- در اجرای مهندسی (تجزیه و تحلیل) ارزش تعیین کارکرد اولیه و ثانویه محصولات ضروری و قابل توجه است. به عنوان مثال سگک یک کمر بند ضمن دارا بودن کارکرد اصلی خود (کارکرد اولیه) می‌تواند در برخی موارد تزئینی باشد. بنابراین؛ به طور فرضی در این حالت سگک باید رنگ شود؛ پس در بحث تجزیه و تحلیل یا مهندسی ارزش نمی‌توان رنگ را حذف نمود، اما تغییر آن می‌تواند مدنظر باشد.

- جهت بررسی و ارزیابی پیشنهادات حاصل از کاربرد مهندسی ارزش همواره ساخت نمونه‌های اولیه از محصول و اجرای عملیات آزمون و اصلاح می‌تواند مفید و در تصمیم‌گیری نهایی مدیران شرکت مؤثر باشد.

- در بحث مهندسی ارزش توجه به عوامل ایجادکننده و تقویت‌کننده ارزش در محصولات و خدمات، به ویژه عوامل بازاریابی محصول (مندرج در جدول شماره 1) مهم و قابل توجه است و سؤالات مربوط به این دسته از عوامل باید مدنظر باشد.

- نهایتاً همان‌گونه که **STARR** بیان می‌نماید: «مهندسی (تجزیه و تحلیل ارزش) ارزش در یک جمله، یافتن ارزش بدیل‌های مختلف به کارگیری مواد یا ایجاد تغییرات محصول است.

بنابراین؛ همه تجزیه و تحلیل‌های به عمل آمده و پیشنهادات ارائه شده توسط گروه‌های تخصصی مجری این تکنیک‌ها باید با تعیین ارزش کمی و کیفی هر پیشنهاد و در صورت نیاز به انضمام محاسبات مالی و آماری لازم باشد.

چند نکته جالب:

1. ساکسنا و کریشنا در سال 1995 با انتشار کتاب پراچ خود با عنوان "مهندسی ارزش در مدیریت پروژه" کاربرد وسیع این تکنیک جهت مدیریت و کنترل پروژه‌های عظیم اقتصادی و تولیدی و... را پیشنهاد نمودند. از نظر آنان هدف مهندسی ارزش در مدیریت پروژه، کنترل، حذف و اصلاح هر عاملی است که بدون تأثیر در کارکرد اصلی و اساسی پروژه، منجر به ایجاد و تحمیل هزینه‌های غیرضروری پروژه می‌شود.

2. در کلیه منابع موجود از تجزیه و تحلیل و مهندسی ارزش به عنوان نوعی تکنیک یا دیدگاه منظم و نظام مند (**Systematic**) نام برده شده است. به این معنی که انجام تجزیه و تحلیل یا مهندسی ارزش از فرآیند (یا مراحل) معینی تبعیت می‌کند. البته منابع مختلف مراحل متفاوتی را برای اجرای تجزیه و تحلیل یا مهندسی ارزش پیشنهاد کرده‌اند که این مراحل تقریباً مشابهند. از جمله **Blackstone, Fogarty** و **Hoffmann** مراحل اجرای مهندسی ارزش را، انتخاب محصول، جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل و بررسی، ارزیابی (مقایسه و انتخاب) و اجرا پیشنهاد کرده‌اند.

3. هزینه‌های بسته بندی و مانند آن جزو هزینه‌های مواد یا سربار (هزینه‌های تولید) محسوب می‌شود.

4. به عبارت دیگر ارزش مبادله ای، بر اساس عامل پولی تعیین می شود. ضمناً ارزش کالا در اقتصاد بر اساس دو عامل مرغوبیت (برخورداری از قابلیت استعمال، زیبایی و موردپسند بودن) و کم یابی تعیین می گردد.

5. ارزش مصرفی یا **Use Value** که ارزش استعمال نیز ترجمه شده، عبارتست از ارزش یک کالا یا خدمات (یا مفید بودن آن) جهت مصرف شخصی (نه مبادله).

بخش سوم:

فرآیند سیستماتیک و سازماندهی مهندسی ارزش

Value Engineering; Administration and Systematic
Processes

مقدمه:

با توجه به گسترش سریع مهندسی ارزش در کشورهای مختلف دنیا و پیشرفت دنیای صنعتی به سمت بازار رقابتی و جهانی شدن (Globalization)، آشنایی با این فرآیند مهم که در جهت کاهش هزینه و افزایش کیفیت و در نتیجه کسب سهم بیشتر در بازار رقابتی حرکت می کند، برای صاحبان دانش و صنعت لازم است.

مهندسی ارزش در زمان جنگ جهانی دوم، هنگامی که دستیابی به مواد بسیار مهم دچار مشکل شده بود، در صنایع مطرح شد. این مسأله باعث ارایه راه کارهای جایگزین برای مواد و طرح های موجود گردید. در یال 1947 لاورنس دی مایلز - یکی از مهندسان شرکت جنرال الکتریک آمریکا - موارد ممکن را مورد بررسی قرار داد. او روشهای مختلفی برای مقابله با تغییرات ارایه کرد و برخوردی مناسب برای مشخص کردن ارزش و بهبود یک طرح نمود. این نظریه به سرعت فراگیر شد و برگشت عظیم سرمایه را به دنبال داشت. او این روش را مهندسی ارزش نامید.

برای مهندسی ارزش تعاریف مختلف و متعددی آمده است که همگی یک مفهوم کلی را دربردارند. به طور خلاصه می توان گفت: « مهندسی ارزش عبارتست از روشی خلاقانه برای تغییر و اصلاح کارکردهای نامناسب، در جهت کاهش هزینه با حفظ کیفیت. البته امروزه نتایج اجرای مهندسی ارزش بر روی طرح های متعدد در دنیا نشان می دهد که مهندسی ارزش نه تنها کاهش هزینه همراه با حفظ کیفیت را به دنبال دارد، بلکه باعث کاهش هزینه، کاهش زمان تحویل و افزایش کیفیت تحویل می شود.

تعاریف اولیه:

1_2 ارزش: کمترین هزینه ای است که تأمین نیازها و انتظارات مشتری را به حو مطلوب امکانپذیر می سازد.

2_2 بها: کمترین هزینه ای است که به وسیله آن کارکرد اصلی مورد انتظار از یک سیستم، قابل دستیابی است.

3_2 کیفیت: نیازها، انتظارات و مطلوبیتهای کاربر یا کارفرما است.

4_2 هزینه: هزینه دور عمر محصول، پروژه یا خدمات است.

5_2 کارکرد: وظیفه مشخصی است که از یک جزء خاص از محصول، کل محصول یا یک پروژه انتظار می رود.

فرآیند سیستماتیکی را که برای اجرای مهندسی ارزش بر روی یک پروژه اجرا می شود، طرح شغل می گویند. اساساً فرآیند مهندسی ارزش در سه مرحله اصلی سازماندهی می شود:

الف) مطالعات مقدماتی

در ابتدای این مرحله، پروژه مورد نظر و دلایل کار بر روی آن مشخص و گروه مهندسی ارزش تشکیل می شود. هدف در این مرحله، آماده سازی بستری مناسب جهت انجام فرآیند مهندسی ارزش است؛ بدین صورت که ابتدا یک سری جلسات توجیهی برای کلیه مدیران رده

بالا، خصوصاً مهندسين طراح و مشاوران طرح برگزار می شود تا در این جلسات مزایای به کارگیری مهندسی ارزش برای مدیران ارشد محرز شود. همچنین؛ باید برای مهندسين طراح و مشاور کاملاً مشخص شود که کار گروه مهندسی ارزش اشکال تراشی و ایرادگرفتن به آنها نیست، بلکه گروه مهندسی ارزش سعی دارد با کمک به آنها محصولی کاراتر با هزینه کمتر تولید کند.

در راستای ایجاد این بستر مناسب، باید علاوه بر جلسات توجیهی یک سری جلسات آموزشی برای کلیه افرادی که به نحوی در گروه مهندسی ارزش نقش دارند، برگزار شود تا با اصل مسأله و چارچوب کلی کار آشنا شوند. همچنین؛ اعضای اصلی گروه مهندسی ارزش باید با پروژه مور نظر کاملاً آشنا شوند، تخصصهای اساسی آن را فراگیرند و با اطلاعات کلی طرح آشنا شوند. همچنین باید در این مرحله مشخص شود که گروه مهندسی ارزش تا چه حد از حمایت مدیران ارشد، چه مادی و چه معنوی برخوردار است.

در ادامه فرآیند کلی مطالعات قبل از اجرا به طور خلاصه توضیح داده می شود :

- جلسات توجیهی : هدف کلی این مرحله، ایجاد زمینه مناسب برای شروع به کار گروه مهندسی ارزش است. در ابتدای این مرحله و قبل از انجام هر کاری ابتدا باید، یک سری جلسات توجیهی برای مدیران ارشد، کارفرمایان، پیمانکاران، طراحان و کلیه مشاوران طرح برگزار شود تا آنها درباره عملکرد گروه مهندسی ارزش کاملاً توجیه شوند و آن را امری بیهوده یا مداخله جویانه تلقی نکنند؛ زیرا معمولاً بیشترین مخالفت با کار گروه مهندسی ارزش از سوی مهندسان طراح و مشاوران طرح صورت می گیرد؛ چرا که آنها معتقدند که هدف گروه مهندسی ارزش ایرادگرفتن از طرح ارایه شده از سوی آنها و کم رنگ کردن اعتبار مشاوران و طراحان است.

- جمع آوری نظرات مشتری : در این مرحله باید نظرات مشتری از راه های مختلف نظیر استفاده از فرم نظرخواهی و یا مصاحبه مستقیم جمع آوری شود؛ زیرا ما تنها از طریق نظرات مشتری می توانیم به عیوب اساسی فرآیند، محصول تولید شده و یا خدمت ارایه شده پی ببریم و با توجه به آنها مسأله را طرح کنیم. پس از جمع آوری اطلاعات مذکور باید مراحل زیر دنبال شوند:

1. مشخص کردن اساسی ترین مشخصه هایی که باعث جذب و حفظ مشتری در دراز مدت می شود.

2. تشریح و دسته بندی مشخصه های مهم فرآیند

3. جمع آوری شکایات مشتریان در مورد نواقص محصول و دسته بندی آنها بر اساس میزان اهمیت (اهمیت هر شکایت از روی درصد فراوانی آن مشخص می شود، برای مثال اگر 15٪ شکایتهای طرح شده مربوط به یک قسمت خاص است، اهمیت آن شکایت را برابر 15 قرار می دهیم).

- مقایسه کردن محصول مورد نظر با محصولات مشابه موجود در بازار

در ادامه کلیه اطلاعات جمع آوری شده مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و یک سری استانداردهای جدید برای محصول مورد نظر تعریف می شود.

دسته اول: جمع آوری اطلاعات مربوط به طرح : همواره دو منبع اولیه و ثانویه برای جمع آوری اطلاعات مربوط به طرح وجود دارد که هریک از این دو منبع خود به دو دسته تقسیم می شوند:

▪ منابع اولیه شامل افراد و اسنادی است که در ادامه شرح داده می شود:

افرادی که می توان از آنها در زمینه طرح مورد نظر اطلاعات کسب کرد، عبارتند از: فروشنده، طراح عمومی، مهندس معمار، اعضای گروه تخمین هزینه، اعضای گروه تعمیرات، پیمانکاران و مشاوران طرح.

اسناد و مدارکی که می توان از آنها استفاده کرد عبارتند از: نقشه پروژه، نتایج حاصل از اجرای پروژه های مشابه، پیشنهادات رده شده و . . .

▪ منابع ثانویه برای جمع آوری اطلاعات شامل محصولات رقیب و بازدید از محل اجراست.

با بررسی موقعیت محصولات رقیب در بازار باید سعی کنیم عوامل مهمی نظیر استانداردهای مهندسی طراحی، دلایل موفقیت و یا عدم موفقیت آنها و نتیجه به کارگیری آنها توسط مشتری را مشخص کنیم.

منظور از عبارت "محل اجرا" بازدید از کلیه پایگاه ها، دفاتر اداری، مدیریت، خطوط تولید و همه مراکزی است که به گونه ای در فرآیند تولید دخیل هستند. این بازدید موجب می شود که اعضای گروه مهندسی ارزش از نزدیک شرایط کار عملی را ببینند و بتوانند محدودیتهای موجود را درک کنند. در برخی موارد خاص اگر بازدید از این اماکن میسر نباشد، باید کلیه اسناد و جزئیات چگونگی انجام کار در این مراکز از سوی گروه مهندسی ارزش مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

دسته دوم: مشخص کردن موارد ارزیابی : در این مرحله کلیه اطلاعات جمع آوری شده در مورد نقاط ضعف و قدرت طرح، همچنین؛ دلایل جذب مشتری مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و با توجه به نتایج حاصل یک سری فاکتور به عنوان معیارهای طرح مشخص می شوند، به این معنا که گروه مهندسی ارزش در مرحله ارزیابی باید ایده هایی را انتخاب کند که این معیارها را داشته باشند و در نهایت ایده ای که تعداد بیشتری از معیارها را ارضا کند، به عنوان پیشنهاد نهایی مطرح می شود.

عده ای بر این اعتقادند که دسته بندی معیارها و وزن دهی به آنها باید در این مرحله صورت پذیرد؛ اما اکثریت با این نظر مخالفند و معتقدند که این کار مربوط به مرحله ارزیابی می شود.

تعریف مسأله :

بعد از انجام مراحل ذکر شده برای شروع کار، ابتدا باید مسأله مورد نظر به درستی مطرح شود تا گروه مهندسی ارزش بداند که دقیقاً برای رسیدن به چه چیزی باید تلاش کند و با توجه به مسأله مورد نظر، هدف و گروه نهایی را تعیین و شروع به کار کند.

این نکته که بدانیم با تعریف درست یک مسأله نیمی از کار انجام شده، مورد توجه است. برای طرح صحیح یک مسأله سه سؤال اساسی وجود دارد :

1. مسأله ای که باید حل شود، کدام است؟

2. چرا ما معتقدیم که این یک مسأله است؟

3. نتیجه حل نکردن مسأله چیست؟

طرح این سؤالات معمولاً بحث و مشاجره شدیدی را بین کارفرما و گروه مهندسی ارزش ایجاد می کند؛ چرا که معمولاً کارفرمایان معلول را با علت اشتباه می کنند و در نتیجه ریشه اصلی مشکل پنهان می ماند و مسأله به درستی حل نمی شود. برای جلوگیری از این مشکل است که سه سؤال بالا مطرح می شود. اگر پاسخ دوم نزدیک به پاسخ سؤال اول باشد، نتیجه می گیریم که مسأله به درستی تشریح نشده است؛ یعنی، علت، معلول یا اثری از یک مشکل دیگر است و نه علت ریشه ای مورد نظر.

مثال:

م (مهندس ارزش): مسأله ای که باید حل شود، کدام است؟

ک (کارفرما): هزینه محصول ما بسیار بالا است و باعث کاهش فروش می شود.

م: چرا شما معتقدید که این یک مسأله است؟

ک: ...

در این جا کارفرما جوابی منطبق با جواب اول را می دهد، در نهایت دوباره از وی سؤال می شود:

م: چرا هزینه محصول را یک مسأله در نظر گرفتید؟

ک: زیرا رقبای ما قیمت خود را کاهش داده اند و این، کاهش سود ما را به دنبال دارد.

در نهایت با بررسی جوابهای کارفرما، مسأله به این صورت تعریف شد: «کاهش فروش، ناشی از کاهش قیمت رقبا.»

با اطلاعات جدید کرفرما راضی شد که جواب سؤالات به صورت زیر باشد:

1. رقبای ما قیمت محصول خود را کاهش داده اند.

2. فروش محصول با قیمت فعلی باعث کاهش فروش می شود و در نهایت باعث کاهش درآمد می شود.

3. در صورتی که مسأله حل نشود، سهم ما در بازار به صورت چشمگیری کاهش یافته و منجر به تعطیل شدن خط تولید می گردد.

با بازنگری مجدد شرایط، مسأله مجدداً به عنوان فشار رقابت و نه کاهش هزینه تعریف می شود. دقت شود که در این جا، کاهش هزینه شرطی برای حل مسأله نیست، بلکه تنها یک راه حل پیشنهادی برای مسأله است و چه بسا این بهترین راه حل نباشد؛ زیرا که کاهش هزینه بدون توجه به خواسته های مشتری می تواند اثر معکوس داشته باشد. جستجوی راه حل هایی که منجر به بهبود رقابت می شوند، دست گروه را برای مطالعات بازتر می کند. به عنوان مثال، بهبود مدل، کاهش زمان ساخت، افزایش کارایی و ... می توانند راه حل هایی در جهت افزایش توان رقابتی باشند.

انتخاب پروژه (هدف):

بعد از تعریف صحیح مسأله نوبت به انتخاب پروژه می رسد. این پروژه باید به گونه ای انتخاب شود که با انجام آن، مسأله حل شود. برای یافتن گزینه های قابل مطالعه به عنوان هدف، یک گروه 3 یا 4 نفره که با جنبه های مختلف طرح آشنا هستند، انتخاب می شوند تا طی

جلساتی که باهم دارند به ارایه پیشنهادات مختلف بپردازند و سپس، از بین این پیشنهادات چند پروژه را به عنوان هدف انتخاب و در نهایت آنها را ارزیابی و اولویت بندی کنند:

الف) ارزیابی گزینه های مورد مطالعه:

در ارزیابی گزینه های مورد مطالعه لازم است به موارد زیر توجه شود:

▪ در نظر گرفتن زمان مطالعه با توجه به ضرورت اجرای پروژه :

1. تخمین زمان مطالعه: محاسبه زمان لازم برای بررسی پروژه مورد نظر با توجه به پیچیدگی آن و نحوه کسب اطلاعات مورد نیاز (زمان لازم و نحوه جمع آوری آنها) صورت می گیرد.

2. تخمین زمان پایان مطالعات: اعضای گروه مهندسی ارزش می توانند با توجه به تغییرات احتمالی و عوامل مؤثر در زمان بندی، این مدت را تخمین بزنند.

3. تعیین زمان مناسب برای آغاز به کار گروه مهندسی ارزش: این نکته بسیار مهم است که گروه بدانند در چه زمانی باید کار خود را آغاز کند. معمولاً گروه مهندسی ارزش کار خود را زمانی آغاز می کند که تقریباً 30٪ طرح تمام شده است؛ اما تعیین دقیق این زمان حائز اهمیت است.

▪ ارزیابی احتمال پذیرش :

میزان بازگشت سرمایه : واضح است هرچه میزان بازگشت سرمایه بیشتر باشد، احتمال پذیرش از سوی مدیریت ارشد بیشتر است. میزان بازگشت سرمایه از رابطه زیر محاسبه می شود :

کل هزینه (شامل هزینه های طرح + هزینه مطالعات)

صرفه جویی هزینه

▪ استفاده از نتایج پروژه های مشابه:

مطالعه و بررسی نتایج حاصل از اجرای مهندسی ارزش بر روی پروژه های مشابه و چگونگی قبول آنها از سوی مدیریت ارشد، می تواند سودمند باشد.

ب) اولویت بندی از روی شاخص صرفه جویی در هزینه:

اولویت بندی پروژه ها از روی میزان هزینه لازم برای اجرای هرکدام، به تنهایی سودمند نخواهد بود، چیزی که کمک فراوانی به پذیرش پروژه می کند، بالابودن شاخص صرفه جویی در آن است. در نتیجه اولویت بندی پروژه ها از روی شاخص صرفه جویی می تواند مفید باشد. مقدار این شاخص از رابطه زیر محاسبه می شود:

(میزان صرفه جویی احتمالی) ÷ (هزینه مطالعات) × (احتمال اجرا)

در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعات بالا، پروژه ها را با در نظر گرفتن کلیه عوامل، اولویت بندی می کنیم.

انتخاب تیم مهندسی ارزش :

بعد از مشخص شدن پروژه نوبت به انتخاب گروه نهایی مهندسی ارزش می رسد. گروه مهندسی ارزش می تواند 1 تا 5 نفر و یا بیشتر باشد. اساساً تعداد اعضای گروه مهندسی ارزش به بزرگی سازمان و پروژه بستگی دارد. تخصصهای لازم برای شرکت در گروه مهندسی ارزش با توجه به مسأله تعریف شده مشخص می شود. در همین راستا برای انتخاب اعضای گروه سه سؤال مطرح می شود:

1. مسأله متعلق به چه کسی است؟

2. چه کسی مسؤول حل مسأله است؟

3. چه کسی تحت تأثیر راه حل قرار می گیرد؟

با توجه به سؤالات بالا اعضای گروه مشخص می شوند. لازم به ذکر است که علاوه بر اعضای اصلی و ثابت گروه، تعدادی به عنوان همراه و مشاور می توانند گروه مهندسی ارزش را یاری کنند. همچنین، یک نفر باید به عنوان رهبر گروه انتخاب شود. این فرد باید آموزشهای لازم را دیده باشد، تجربه کافی در این زمینه داشته باشد، با تمامی ابعاد و جزئیات طرح آشنایی کامل داشته باشد و همچنین؛ بداند هرکدام از اعضای گروه مهندسی ارزش دقیقاً در چه زمینه ای تخصص دارند.

مراحل سازماندهی و تکمیل گروه مهندسی ارزش در داخل یک سازمان بستگی به بزرگی و گردش مالی آن دارد.

ب (مطالعات ارزش :

از این مرحله گاهی با عنوان آنالیز ارزش نام برده می شود. ساختار کلی این مرحله از کار شامل 3 بخش اصلی است. اما نحوه انجام این 3 بخش در روشهای طرح شغل متفاوت است. این 3 بخش عبارتند از:

1. تحلیل کارکرد: برای تعیین علت وجودی یک محصول و اجزای آن و تعیین شاخص ارزش.

2. روشهای فنی خلاق: برای طرح گزینه های جدید.

3. روشهای فنی سنجش: برای ارزیابی ارزش مفاهیم کنونی.

در زیر نحوه انجام فرآیند مهندسی ارزش بر روی یک پروژه بر اساس یک روش طرح شغل خاص بیان می شود، در طی توضیح این روند سعی می شود تفاوتهای اساسی بین روشهای مختلف ذکر شود.

ب - 1) اطلاعات :

هدف اصلی در این مرحله جمع آوری اطلاعات خاص سیستم و اضافه کردن آنها به اطلاعات مرحله اول برای مشخص شدن چارچوب کلی کار است.

در این قسمت کلیه اطلاعات جزئی مربوط به سیستم در حال بررسی، شامل معیارها، استانداردها، نیازهای مشتری، محدودیتهای طراح، تجهیزات قابل دسترس و غیره به صورت واضح مشخص می شوند. همچنین؛ اعضای گروه مهندسی ارزش کاملاً با آنها آشنا می شوند. به

این ترتیب، کلیه اعضای گروه چارچوب کلی کار را درک می کنند و متوجه می شوند که مطالعات، سؤالات و پیشنهادات خود را در چارچوبی معین مطرح کنند. در بعضی از روشهای طرح شغل، وظیفه این قسمت را مربوط به مطالعه اولیه می دانند.

ب - 2) تحلیل کارکرد :

از این قسمت به عنوان قلب فرآیند مهندسی ارزش نام برده می شود و این نکته بیانگر میزان اهمیت این قسمت است. هدف اصلی در این مرحله بررسی کامل و دقیق تمام جزئیات کارکردهای سیستم، نوع ارتباط آنها باهم و میزان هزینه و بهای هر یک است. این قسمت، خود شامل پنج بخش است:

1. تحلیل موانع :

در این قسمت ما باید به دنبال محدودیتهای یا علت‌هایی باشیم که تجزای تشکیل دهنده، طراحی خاص یا روشهای اجرایی خاص - که تاکنون به کار برده شده اند - به ما تحمیل می کنند. در این مرحله هدف پی بردن به این واقعیت است که : آیا موانع مذکور امروزه نیز معتبرند؟ پرسشهایی که باید در مرحله اطلاعات و یا مطالعه اولیه صورت می گیرد.

2. رسم نمودار FAST :

در این قسمت که اساسی ترین مرحله است، ابتدا کلیه کارکردهای سیستم مشخص و به طرز مناسب با روش فعلی - اسم بیان می شود. سپس رابطه بین کارکردها به صورت سلسله مراتبی مبتنی بر علت و معلول به صورت یک نمودار (FAST) مشخص می شود. گسترش این نمودار بر مبنای پرسش های **Why , How , When** است. به این صورت که پس از مشخص شدن هدف سیستم آن را با سؤال « چگونه انجام می شود؟» مورد سؤال قرار می دهیم، جواب سؤال را از بین کارکردهای مشخص شده انتخاب می کنیم و در سمت راست قرار می دهیم، جواب این سؤال در اصل همان کارکرد اصلی است. برای تکمیل نمودار، کارکرد اصلی را مورد سؤال و جواب را در سمت راست آن قرار می دهیم، برای اطمینان از درستی جوابها می توانیم آنها را با سؤال « چرا انجام می شود؟» مورد سؤال قرار می دهیم، جواب این سؤال باید کارکرد واقع در سمت چپ باشد. در حقیقت جواب سؤال « چرا »، هدف آن کارکرد را مشخص می کند. بعد از پایان سؤالات، مسیری از کارکردها ایجاد می شود که از هدف سیستم آغاز و به کارکرد ابتدایی ختم می شود، این مسیر را اصطلاحاً مسیر بحرانی اصلی می نامند.

اما بعد از ایجاد مسیر بحرانی اصلی، برای اضافه کردن کارکردهای باقی مانده، هر یک از کارکردهای مسیر اصلی را با سؤال « زمانی که این کارکرد انجام می گیرد، چه کارکردهای دیگری به وقوع می پیوندند؟»، مورد سؤال قرار داده و جواب موردنظر را از بین کارکردهای باقی مانده انتخاب می کنیم.

ایجاد این نمودار کمک فراوانی به درک فرآیند سیستم در دست بررسی می کند، همچنین از روی این نمودار مشخص می شود که تغییر، اصلاح و یا حذف هر کارکرد چه تأثیری بر کل سیستم دارد.

3. ایجاد مدل هزینه :

مدلی که برای هزینه ایجاد می شود باید دقیقاً مشخص کند که در هر یک از کارکردها به طور جداگانه چه میزان از کل هزینه را به خود اختصاص می دهند. یکی از روشهای مرسوم برای مدل سازی هزینه در مهندسی ارزش استفاده از ماتریس هزینه - کارکرد است. در این ماتریس کلیه کارکردها در بالاترین ردیف نوشته می شوند، در ادامه کلیه اجزا یا زیرسیستم برای انجام کارکردی خاص در خانه مشترک بین آن دو نوشته می شود و با جمع زدن اعداد هر ستون هزینه مربوط به آن آمده است ، به علاوه در این جدول مشخص می شود که هر کارکرد چه درصدی از کل هزینه را به خود اختصاص می دهد .

روش محاسبه هزینه اقلام یا اجزا با توجه به نوع عملیاتی که بر روی آنها انجام می شود ، آنها را به چند گروه مختلف تقسیم بندی می کنیم و سپس ضریبی را به هر دسته می دهیم در نهایت با ضرب ضریب مفروض در هزینه خرید اقلام هر گروه ، هزینه نهایی به دست می آید .

در زیر مثالی از تقسیم بندی اقلام در یک پروژه مکانیکی آمده است :

گروه 1 - اقلام خریدنی که نیاز به پردازش و آماده سازی جهت مونتاژ ندارند ، دارای ضریب 1 هستند . (هزینه = هزینه خرید * 1)

گروه 2 - اقلام خریدنی که نیاز به عملیاتی ابتدایی پیش از مونتاژ شدن دارند ، دارای ضریب 1.25 هستند . (هزینه = هزینه خرید * 1.25)

گروه 3 - اقلام ساختنی که نیاز به یک سری عملیات پیش از مونتاژ شدن دارند ، ضریب 1.5 را به خود اختصاص می دهند . (هزینه = هزینه خرید * 1.5)

گروه 4 - اقلامی که به صورت مواد خریداری شده اند و نیازمند انجام عملیات رنگ کاری ، علاوه بر عملیات تولیدی هستند ، ضریب 1.75 را به خود اختصاص می دهند . (هزینه = هزینه خرید * 1.75)

4. ایجاد مدل بها :

در این قسمت نیز باید مدلی تهیه می شود که نشان دهنده اهمیت تک تک کارکردها باشد ، برای تهیه این مدل ابتدا اهمیت یا بهای کل سیستم را با نظر سنجی از صاحبان صنعت تخمین می زنیم ، به این معنی که باید به دنبال کم ترین قیمت دلاری باشیم که به وسیله آن سیستم ، با انجام کارکرد اصلی ، ساخته می شود ، سپس با استفاده از روش های مرسوم ارزش سنجی (روش مقایسه جفت - جفت ، روش DME ، روش AHP) مشخص می کنیم که هر کارکرد چه درصدی از کل اهمیت را به خود اختصاص می دهد ، با ضرب این درصد در اهمیت کل ، اهمیت دلاری به دست می آید ، در نهایت با تنظیم جدولی ، مشابه جدول مدل هزینه ، نتایج را به صورت خلاصه در می آوریم .

Functions	Worth(\$)	Percent(%)
Fun.1	900	16.13
Fun.2	1.500	26.88
Fun.3	1.020	18.28
Fun.4	500	8.96
Fun.5	1.426	25.56
Fun.6	234	4.19
Total	5580	100

ماتریس مدل بها

5. رسم نمودار هزینه - اهمیت :

بعد از تعیین مدل هزینه و بها باید مقایسه ای کلی بین هزینه و بهای هر کارکرد داشته باشیم . اصولاً ، منطقی است هر کارکردی که بهای بیش تری دارد ، هزینه بیش تری دارد و برعکس . اما اگر کارکرد با بهای کم دارای هزینه زیاد باشد ، باید به طور جدی روی آن کارکرد فکر کرد .

برای سهولت در مقایسه از پارامتر شاخص ارزش استفاده می کنیم که به صورت زیر تعریف می شود :

بها = شاخص ارزش

Functions	Value- Index
Fun. 1	0.81
Fun. 1	1.24
Fun. 1	3.89
Fun. 1	0.42
Fun. 1	1.31
Fun. 1	0.33

ماتریس شاخص ارزش

ماتریس سنجش این پارامتر، واحد یک است . به این معنی که اگر شاخص ارزش برای کارکردی بیش تر از یک باشد ، بیانگر مناسب بودن آن کارکرد و اگر کوچک تر از یک باشد ، بیانگر نامناسب بودن آن کارکرد است (چون هزینه از بها بیش تر است) . این مقایسه را می توان بر روی نموداری مشابه با نمودار 1 نشان داد . (روش دیگری که در این راستا پیشنهاد می شود ، روش تاناکارا و استفاده از نمودار هزینه - بها است) .

در نهایت، تمام کارکردها بر اساس شاخص ارزش مرتب می شوند و وارد مرحله بعدی می شویم.

به طور کلی می توان گفت خروجی این مرحله ، لیست مرتب شده ای از کارکردها بر اساس شاخص ارزش است . در بعضی از فرایندهای طرح شغل ، این قسمت را نیز جزیی از قسمت اول (اطلاعات) تلقی می کنند.

ب _ 3 (تولید راه حل

هدف اصلی در این مرحله تولید صدها راه حل گوناگون برای بهبود کارکردهای نامناسب است . در این مرحله اعضای گروه مهندسی ارزش با مد نظر قرار دادن کارکردهای نامناسب و انجام روش طوفان فکری ، ایده های خلاق و دیگر تکنیک های خلاقیت و ایده پردازی (دلفی ، گروه اسمی ، TRIZ) ، راه حل های متفاوتی برای تغییر کارکرد مورد نظر ، ارائه می دهند . باید توجه کرد که در این مرحله ، هر نظر و راه حل پیشنهادی برای کارکرد بهتر، بدون توجه به عملی بودن یا نبودن ، منطقی بودن یا نبودن و غیره باید بیان و ثبت شود . نکته مهم این است که بدانیم در این مرحله هیچ گونه قضاوتی بر روی راه حل های پیشنهادی نمی شود . باید دقت شود زمان این مرحله در کل فرایند مهندسی ارزش بسیار کوتاه است . خروجی این مرحله ، فهرستی از صدها راه حل برای بهبود کارکردهای نامناسب است .

ب _ 4 (انتخاب راه حل

هدف اصلی در این مرحله ، انتخاب بهترین راه حل ها برای بهبود کارکردهای نامناسب است . اولین کاری که در این مرحله انجام می شود ، جداکردن پیشنهادهای است که به هر دلیل غیرممکن هستند . این دلایل می توانند مربوط به اطلاعات جمع آوری شده در قسمت مطالعات اولیه یا اطلاعات باشند یا دلایل منطقی دیگر برای رد پیشنهادات وجود داشته باشد. در قسمت بعد، نظرات مشابه و مربوط به یک کارکرد در دسته های جداگانه طبقه بندی می شوند و هر گروه به طور جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در این قسمت باید مشخص شود راه حل پیشنهاد شده چه مزایا و معایبی از نظر سخت افزاری و نرم افزاری دارد. در هر گروه، پیشنهادها به این روش تقسیم بندی می شوند. این گونه تقسیم بندی پیشنهادها (گروهی و انفرادی) به خوبی مشخص می کند که کدام پیشنهاد پتانسیل بیش تری برای توسعه دارد . در این مرحله راه کارهای باقیمانده با هم مقایسه و وزن دهی می شوند . سپس برای هر پیشنهاد یک شاخص ارزش محاسبه می شود که از تقسیم بهای پیشنهاد مورد نظر بر هزینه اجرایی آن حاصل می شود .

روش وزن دهی پیشنهاد ها :

به طور کلی مقایسه و وزن دهی پیشنهاد ها بر اساس معیار زیر صورت می گیرد :

این پارامتر در حقیقت شاخصی است که مشتری تصمیم خود را برای خرید بر مبنای آن قرار می دهد . برای مثال پارامترهایی نظیر مدل، رنگ، سرعت، قابلیت اطمینان و غیره را می توان معیاری برای خودرو دانست . در حالت کلی می توان گفت که معیار، شاخص تصمیم گیری مشتری است . معیارها به دو دسته تقسیم بندی می شوند :

1. شاخص الزامی : این شاخص ها الزاماً باید وجود داشته باشند . به عبارت دیگر بدون این شاخص ها سیستم مورد نظر از دید مشتری، ناقص تلقی می شود .

2. شاخص مطلوب : وجود این دسته از شاخص ها الزامی نیست، اما باید توجه کرد که این شاخص ها باعث جذب مشتری می شوند و در حقیقت، به محصول ارزش بیشتری می دهند.

به طور کلی برای پیدا کردن بهترین پیشنهاد ارائه شده، ابتدا باید معیار های سیستم شناخته شوند، سپس از روش مقایسه جفت _ جفت وزن دهی شوند. (جدول 4) با مشخص شدن ارزش هر یک از معیارها برای سیستم، به سراغ وزن دهی پیشنهادها می رویم .

یکی از روش های مرسوم در وزن دهی پیشنهادها، روش **Rake and Rate** است . در این روش، ماتریسی تشکیل می شود که سطر بالایی آن شامل تمام پیشنهادها و سطر سمت چپ آن شامل تمام معیارها می شود، سپس هر پیشنهاد را با « این پیشنهاد تا چه میزان قادر به ارضای معیارهای مورد نظر است ؟ » مورد سؤال قرار می دهیم . جواب این سؤال باید به صورت یک عدد بیان شود که در واقع، به آن امتیاز پیشنهاد در آن معیار می گویند. سپس امتیاز مذکور را در وزن معیار ضرب می کنیم که حاصل، همان وزن پیشنهاد است و در محل تلاقی ستون پیشنهاد و سطر معیار نوشته می شود.

بعد از کامل شدن ماتریس مذکور، اعداد هر ستون را جمع و به عنوان وزن نهایی پیشنهاد ثبت می کنیم. سپس با تقسیم این وزن بر کل هزینه لازم برای اجرای پیشنهاد، شاخص ارزش را به دست می آوریم.

ماتریس مقایسه راه کارها :

خروجی این مرحله، لیست مرتب شده ای از پیشنهادهاى مختلف برای بهبود کارکردهای نامناسب براساس میزان شاخص ارزش آنها به همراه شرح جزییات پیشنهاد است .

ب _ 5) انتخاب راه حل نهایی برای کارکردهای نامناسب

هدف اصلی در این مرحله، انتخاب راه حل نهایی برای کارکردهای نامناسب است.

در این مرحله، پیشنهادها به صورت کامل بررسی می شوند و جزییات آنها به دقت مورد بررسی قرار می گیرد. سپس پیشنهادهاى برگزیده، تصحیح و دقیقاً بر خواسته های گروه مهندسی ارزش و توانمندی های مهندسان طراح منطبق می شوند و در نهایت به صورت پیشنهاد، آماده ارائه می گردند .

باید دقت شود هر پیشنهادی که آماده ارائه می شود، شامل تمام جزییات اجرایی باشد. به این معنا که کلیه معایب و مزایا به صورت دقیق،

کلیه جزییات مربوط به هزینه، کلیه جزییات مربوط به **L.C.C** و تأثیرپیشنهاد بر کلیه جنبه های پروژه ذکر شده باشد.

خروجی این مرحله، راه حل پیشنهادی نهایی برای کارکردهای نامناسب می باشد.

ب _ 6) اجرا

هدف اصلی در این مرحله، اجرای کامل پیشنهاد مطرح شده از سوی مدیریت ارشد است.

مرحله نهایی مهندسی ارزش، مرحله اجراست که خود به دو قسمت تقسیم می شود :

1. تصویب

2. اجرای رسمی

قبل از اجرای رسمی، پیشنهاد گروه ارزش یک بار دیگر توسط مهندسان طراح، مجریان و مدیران ارشد مرور می شود و برای اجرا، تصویب می گردد. سپس دستورالعمل های لازم از طرف مدیریت ارشد به صورت کتبی و تمامی جزئیات تهیه می شود و به تمام مسؤولان اجرایی که خود در جریان کار هستند، به صورت رسمی ابلاغ می شود.

ج (مطالعات بعد از اجرا :

در این مرحله نتایج حاصل از اجرای مهندسی ارزش در گزارشی آورده می شود. به این معنا که نشان دهد هر یک از پیشنهاد های مهندسی ارزش چه روشی را مطرح کرده و چه میزان صرفه جویی به دست آمده است و نتایج حاصل از اجرا چه میزان مطلوبیت و مقبولیت دارد. ممیزی نتایج اجرا از طریق نظر سنجی از کارشناسان خبره (تست α) و نظر سنجی از مشتریان (تست β) صورت می گیرد. جمع آوری و نگهداری این تجربیات کمک فراوانی به اجرای فرایند مهندسی ارزش بر روی طرح های مشابه می کند.

Alternatives									
Criteria	Weight	Alternative1		Alternative2		Alternative3		Alternative 4	
CriteriaNum 1	25	5	125	3	75	1	25	3	75
CriteriaNum 2	3.6	5	18	2	7.2	4	14.4	4	14.4
CriteriaNum 3	12.9	4	51.6	3	38.7	5	64.5	3	38.7
CriteriaNum 4	18	3	54	4	72	4	72	5	90
CriteriaNum 5	2.4	1	2.4	2	4.8	3	7.2	2	4.8
CriteriaNum 6	38.1	2	76.2	1	38.1	5	190.6	4	152.4
Total	100	327.2		235.8		373.6		375.3	
Cost		\$ 1.100.00		\$ 2.250.00		\$ 2.500.00		\$ 2.100.00	
Value Index		0.297454545		0.1048		0.14944		0.178714286	

ماتریس مقایسه پیشنهادات

منابع و مآخذ:

- 1) مبانی مهندسی ارزش، دکتر یعقوب قلی پور و مهندس حمید بیرقی، انتشارات فرات، 1380
- 2) جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه، محمد سعید جبل عاملی، کامران قوامی فر، مزدک عبایی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، 1383
- 3) مهندسی ارزش؛ ابزار قدرتمند بهره‌وری، دکتر رضا توکلی مقدم و مهندس امیر شکاری، گروه مهندسی صنایع دانشکده فنی دانشگاه تهران، ماهنامه علمی-آموزشی تدبیر، سال پانزدهم، فرودین ماه 1383
- 4) سایت ieir.ir
- 5) سایت betsa.ir