

## آیا مهندسی ارزش صرفاً یک نگرش است؟

### چکیده

همان‌طور که می‌دانیم مهندسی ارزش یک متدولوژی سیستماتیک می‌باشد که با رویکرد عملکردگرا، اجزای یک محصول را مورد بررسی قرار می‌دهد و از طریق تعیین ارزش عملکرد هر کدام از اجزای محصول، عناصر کم‌ارزش محصول یا سیستم را شناسایی می‌کند و سپس اقدام به ارائه راه‌حل، در راستای اصلاح سیستم، به منظور حداکثر ساختن ارزش سیستم یا محصول می‌کند. مهندسی ارزش را می‌توان از روش‌های بهره‌وری دانست که علاوه بر محصولات فیزیکی، که به طور معمول مخاطب مهندسی ارزش می‌باشند، بر روی هر سیستم دیگری قابل پیاده‌سازی است و با شناخت هزینه‌های غیرضروری سیستم، گامی در راستای کاهش هزینه‌ها، در عین عنایت به حفظ و حتی ارتقای کیفیت محصول برمی‌دارد و به بهره‌وری سیستم کمک می‌نماید. در این مقاله چند مسأله مورد توجه قرار می‌گیرد که به صورت زیر می‌باشند:

اول این که مهندسی ارزش یک متدولوژی ساختاریافته می‌باشد و کلیه ویژگی‌های متدولوژی بودن و ساختاریافتگی در آن وجود دارند.

:

این بحث از آن جهت مطرح می‌شود که اشتباهاً، به نظر می‌رسد که طراحان سیستم، به‌خصوص سیستم‌های فیزیکی و محصولات با داشتن مهارت‌های مهندسی مکانیک، مهندسی عمران، مهندسی نرم‌افزار و ...، به تنهایی قادرند سیستم را بدون نگرش سیستمی اصلاح نمایند و استفاده از فرایند و تکنیک‌های مهندسی ارزشی لزومی ندارد.

اغلب مشاهده می‌شود که یک طراح به‌سادگی یک محصول را بررسی می‌کند و سریعاً به طور فی‌البداهه راه‌حل اصلاحی ارائه می‌دهد و لذا آنها مدعی هستند که داشتن خلاقیت برای اصلاح سیستم کافی است؛ حال آن‌که ما مدعی وجود یک نگرش سیستمی در پس این خلاقیت و نیز لزوم استفاده از تکنیک‌های مهندسی ارزش برای افزایش کارایی و اثربخشی خلاقیت هستیم.

شهریار عبدالله پورنژدی

عضو تیم مهندسی ارزش

دانشکده مهندسی صنایع

دانشگاه علم و صنعت ایران

Shahriar\_IUST@yahoo.com

### واژه‌های کلیدی:

Value Engineering

VE\_Techniques

Function Analysis

Value Index Determining

Technique

Creative Problem Solving

Methods

Value Methodology



## مقدمه

در سال ۱۹۶۱ لورنس. دی. مایلز (Lawrance D. Miles) در کتاب خود به نام «آنالیز و مهندسی ارزش»، آنالیز ارزش (VA) را به این صورت تعریف کرد: آنالیز ارزش یک روش خلاق و سازمان‌یافته است که هدفش شناسایی هزینه‌های غیرضروری می‌باشد. هزینه‌هایی که نه کیفیت را افزایش می‌دهند نه کارایی را، نه طول عمر محصول را، نه به چشم می‌آیند و نه مورد علاقه مشتری می‌باشند. انجمن مهندسی ارزش آمریکا (SAVE) مهندسی ارزش را این‌طور تعریف می‌کند: «از نظر ما مهندسی ارزش مجموعه تکنیک‌های سیستماتیک و کاربردی است برای تشخیص وظایف یک محصول یا خدمت و تولید آن وظایف با حداقل هزینه»

مهندسی ارزش از طریق فرآیندهای قدم به قدم و سیستماتیک شامل یک سری تکنیک‌های به شرح زیر عمل می‌کند:

- ۱- آنالیز وظیفه به منظور تعریف علت وجود یک محصول یا اجزایش.
  - ۲- تکنیک‌های خلاق و ذهنی به منظور یافتن جایگزین‌های جدید.
  - ۳- تکنیک‌های اندازه‌گیری به منظور اندازه‌گیری ارزش عنصر فعلی و جایگزین آن.
- ارنست بوی (Ernest Bovey)، رئیس انجمن مهندسی ارزش آمریکا می‌گوید:
- «مهندسی ارزش، اولویت‌ی برای عنصر خاصی قائل نیست، بلکه فقط روشی است برای فکر کردن. VE تعدادی روش یا تکنیک را به منظور به کارگیری در مراحل عمل خود به خدمت می‌گیرد». نباید مهندسی ارزش را با روش‌های مدرن یا سنتی کاهش هزینه اشتباه گرفت، زیرا این روش، روش بسیار جامعی است که بر پایه آنالیز وظایف بنا شده است. بهبود در ارزش بدون قربانی کردن کیفیت یا اعتبار یا طول عمر محصول به دست می‌آید.»
- تجربه نشان داده است که به ازای هر یک دلاری که صرف تحقیق در مورد مهندسی ارزش می‌شود، بین ۱۵ تا ۳۰ دلار بازگشت سرمایه وجود دارد. در ابتدا، این روش در محیط‌های ساخت‌افزاری به کار گرفته شد و توسعه یافت، ولی در سال‌های اخیر در بسیاری از محیط‌های جدید و غیرسخت‌افزاری نیز به کار می‌رود. اغلب دامنه کاربردی این روش توسط ذهنیت کاربر محدود می‌شود. برای مثال این روش را می‌توان در زمینه‌های ساختمان‌سازی، مباحثات آموزش، غیرسخت‌افزار، مدیریت سیستم‌ها و روش‌ها، آنالیز خرید، پیش‌بینی، تخصیص منابع و بازاریابی به کار برد.

## ۱- نگاهی گذرا بر مفهوم مهندسی ارزش:

مهندسی ارزش فرآیندی است که به یک تیم متولی انجام پروژه کمک می‌کند که بتواند تعداد زیادی از گزینه‌ها و آلترناتیوهای جایگزین برای پروژه را در زمانی کوتاه، ایجاد کند و آنها را ارزیابی نماید.



طریق اعضای تیم طراحی پروژه را قادر سازد که در مورد گزینه‌های مختلف مطرح برای پروژه، به طور آگاهانه و اصولی تصمیم‌گیری نماید. مقصود و هدف اصلی در مهندسی ارزش عبارت است از بهینه‌سازی مصرف بودجه و هدایت پروژه برای دستیابی به حداکثر ارزش کل برای متولی پروژه. توصیه‌های ناشی از انجام مطالعات مهندسی ارزش اغلب اصلاحاتی را برای طراحی تسهیلات پروژه پیشنهاد می‌کند که هزینه سرمایه‌گذاری اولیه پروژه را افزایش می‌دهد اما در عوض اثرات چشمگیری بر روی بهبود کیفیت محصول، قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های عملیاتی و بهره‌برداری تسهیلات در بلندمدت می‌گذارد. مطالعات مهندسی ارزش همچنین راه‌های مختلف دستیابی به عملکرد و وظیفه اصلی پروژه را مورد بررسی قرار می‌دهد تا بدین ترتیب بتواند با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های طراحی و ساخت جایگزین، هزینه‌های سرمایه‌ای پروژه را کاهش دهد؛ با عنایت به این مسأله که همچنان مقاصد و اهداف اصلی پروژه حفظ شوند.

اغلب مهندسی ارزش موقعی مورد توجه قرار می‌گیرد که هزینه‌های یک پروژه از بودجه اصلی تعیین شده برای آن تجاوز کرده است. طبق گزارشات ارائه شده، یک گروه مجری پروژه‌های توسعه تسهیلات مربوط به صنعت داروسازی، اخیراً توانسته است که با استفاده از مهندسی ارزش، بیش از ۱۵٪ در هزینه‌های پروژه صرفه‌جویی نماید. همچنین بر اساس این گزارش در فرآیند کاهش هزینه‌های پروژه از طریق پیاده‌سازی مهندسی ارزش، اقداماتی از قبیل ساده‌سازی فرآیند عملیات و فعالیت‌ها، کاهش نیازهای پرسنل و احتیاج به نیروی کار و کاهش بهینه‌سازی مصرف مواد شیمیایی و انرژی انجام گرفت و بدین ترتیب با استفاده از ایده‌های مناسب، ارزش بلندمدت از دید کارفرما و متولی پروژه بهبود یافت.

## ۲- فرآیند مهندسی ارزش

فرآیند VE از پنج فاز تشکیل شده است که هر فاز نیز شامل چند مرحله است. در زیر فازهای فرآیند (VE) و مراحل آن به طور خلاصه آورده شده‌اند:

### ● فاز آماده‌سازی اولیه Origination Phase

- سازماندهی

- انتخاب پروژه

- تیم مهندسی ارزش

- مأموریت تحقیق

- تعریف و مستندسازی محصول

### ● فاز اطلاعات Information Phase

- آنالیز کیفی ارزش - آنالیز عملکرد

- تکنیک آنالیز سیستم بر مبنای عملکرد (FAST)

- آنالیز اجبار



- آنالیز کمی ارزش - مرحله اول اندازه‌گیری ارزش

- تکنیک‌های اندازه‌گیری ارزش

● فاز خلاقیت Innovation Phase

- بهبود ارزش

● فاز ارزشیابی Evaluation Phase

- آنالیز کیفی ارزش

- آنالیز کمی ارزش - مرحله دوم اندازه‌گیری ارزش

● فاز اجرا Implementation Phase

### ● فاز آماده‌سازی اولیه

سازماندهی:

تجربه نشان داده است که حمایت مدیریت به عنوان نخستین قدم در موفقیت مطالعه مهندسی ارزش عامل بسیار مهمی است. در آغاز باید به سئوالات زیر پاسخ داده شود:

- حوزه مورد مطالعه چیست؟ مشخص کنید چه چیزی مورد مطالعه قرار می‌گیرد و چه چیزی قرار نمی‌گیرد.

- چه کسی بودجه تحقیق را تأمین می‌کند و چه مقدار بودجه مورد نیاز است؟

- چه کسی تحقیق را تصویب می‌کند؟

- چه کسی متقاضی است؟

- تاریخ شروع و پایان پروژه چه موقع است؟

- چه کسانی باید در تیم تحقیق حضور داشته باشند؟

- چه کسانی قصد استفاده از نتایج تحقیق را دارند؟

- نتیجه مورد انتظار چیست؟ شفاهی و کتبی.

- چه سطوحی از سازمان باید درگیر شوند؟ و چه محیط‌های جغرافیایی؟

- زمان مورد انتظار، نیروی انسانی و هزینه چقدر است؟

### انتخاب پروژه:

بسیاری از تحقیقات پیرامون مهندسی ارزش از یک ضرورت ناشی می‌شوند. مهمترین معیار در انتخاب عبارت است از قیمت تمام شده بالا نسبت به عملکرد محصول. معیارهای دیگری نیز وجود

دارند که باید به آنها توجه کرد. پروژه تحقیقاتی در مورد مهندسی ارزش باید:

- مسأله‌ای را حل کند. نیاز باید واقعی باشد و از طرف مدیریت حمایت شود.

- از احتمال بالایی برای موفقیت و اجرا برخوردار باشد.

- به دنبال اهداف باورکردنی باشد.

- برای افرادی که در آن سیستم هستند مهم باشد.

- باید بتواند تغییرات را بقبولاند.  
مجموع دانش مهندسی ارزش ایران



**تیم مهندسی ارزش:**

یک تیم مهندسی ارزش معمولاً باید ۳ تا ۷ عضو داشته باشد. بیشتر از ۷ عضو سبب می‌شود که روابط بین اعضای تیم پیچیده شود و بحث بین آنها مبهم و نامفهوم گردد و در نهایت گروه از هم می‌پاشد. مشخصات زیر در انتخاب یک تیم بسیار مهم است:

- اعضای تیم باید منظم و متحد باشند.
- اعضای تیم باید از نظر سلسله مراتب سازمانی در یک سطح باشند.
- گاهی بهتر است که مدیریت را نیز در تیم بگجانیم.
- ضروری است که یکی یا بیش از یکی اعضای تیم در فرآیند مهندسی ارزش خبره باشند.
- یکی از اعضا باید در تولید یا موضوع مورد مطالعه متخصص باشد.
- علاوه بر شرایط فوق‌الذکر خود اعضای تیم باید شرایط زیر را داشته باشند:
- حداقل آشنایی را با محصول و یا محیط مورد مطالعه داشته باشند.
- منابع اطلاعات را برای پروژه مورد مطالعه بدانند.
- نسبت به پروژه علاقمند، باانگیزه و متعهد باشند.
- وقتی تشکیلات سازمانی ایجاب می‌کند، قادر به همکاری و کمک باشند.
- وقت کافی برای انجام کار داشته باشند.
- قادر به طراحی و اجرا و علاقمند به ایجاد تغییر باشند.
- دارای فکر باز باشند و بتوانند با دیگران کار کنند و ارتباط برقرار نمایند.

**مأموریت تحقیق:**

قبلاً موضوع مهندسی ارزش با انتخاب و تعریف تیم شکل گرفت. فرموله کردن وضعیت مأموریت بسیار کمک‌کننده است. این مأموریت یک تعریف خلاصه و مفید از آنچه که باید انجام شود است و دلیل آن می‌باشد. این مأموریت الزاماً یک هدف را برای تیم تداعی می‌کند. برای مثال یک مأموریت به این صورت است: تولید عنصر X با یک دلار تا پایان سال الزامی است. گرچه ابتدا به نظر می‌رسد که تعریف مأموریت بی‌دلیل یا غیر ممکن است، ولی برای ایجاد انگیزه و ایجاد یک حالت مثبت و خلاق در میان اعضای تیم بسیار کمک‌کننده است.

**تعریف و مستندسازی محصول:**

تیم مهندسی ارزش وقتی سازماندهی و آماده شد، کار خود را با جمع‌آوری اطلاعات در مورد موضوع پروژه و تعریف محصول و اجرای تشکیل دهنده‌اش از روی واقعیات موجود آغاز می‌کند. این امر معادل است با پرسیدن سؤال «آن چیست؟». کلیه منابع اطلاعات موجود باید جمع شوند. جمع‌آوری اطلاعات زیاد بهتر از جمع‌آوری اطلاعات کم است. هدف از این تعریف محصول عبارت است از تعریف محصول همان‌طور که طراحی شده، تولید شده و امروز مصرف می‌شود. دسترسی به اطلاعات صحیح به منظور به حداقل رساندن عقاید و نظرات شخصی ضروری می‌باشد، در غیر این صورت این نظرات می‌توانند مسیر پروژه و نتیجه نهایی را منحرف کنند.



در این مرحله استفاده از دیگرام‌های انفجاری محصول و کلیه قطعات آن بسیار کمک‌کننده است. اگر پروژه مورد مطالعه، سخت‌افزار باشد می‌توان آن را خریداری و دمونتاژ نمود.

### • فاز اطلاعات

#### آنالیز کیفی ارزش — آنالیز عملکرد

در این مرحله، محصول و کلیه اجزایش برای تعیین عملکردشان (اهدافشان) مورد مطالعه قرار می‌گیرند. آنالیز عملکرد عبارت است از تکنیک‌های ساختاری و تعریفی که معنی روشنی از عملکرد را بیان می‌کند. آنالیز عملکرد اساس آنالیز کمی ارزش (اندازه‌گیری ارزش) را تشکیل می‌دهد. روش کار به این صورت است که عملکردها باید توسط دو لغت تشریح شوند، یک فعل و یک اسم. توضیحاتی قابل قبول هستند که توسط اصطلاحات دیگری مانند صفت و قید مغشوش نشده باشند. قوانین تشریح وظایف عبارتند از:

- تعیین نیاز مصرف‌کننده از محصول یا خدمات. کیفیت‌ها و مشخصاتی که تعیین می‌کنند که محصول باید قادر به انجام چه کاری باشند، کدامند؟ چرا محصول مورد نیاز است؟
- یک فعل و یک اسم برای تشریح وظیفه به کار برید و فعل باید جواب سؤال «چه می‌کند؟» را بدهد و اسم باید جواب سؤال «چه چیزی را؟». اسم‌ها باید قابل اندازه‌گیری و فعل‌ها قابل اثبات باشند و یا در محل مناسب واقع شوند.
- از به کار بردن افعال مجهول یا غیرمستقیم مانند «تهیه می‌شود، حمایت می‌شود، مجهز می‌شود» اجتناب کنید. زیرا این افعال اطلاعات بسیار کمی در اختیار ما قرار می‌دهند.
- از به کار بردن کلمات شبیه هدف یا اصطلاحاتی مانند «بهبود دادن، مینیمم کردن، ماکزیمم کردن، بهینه کردن، جلوگیری کردن، حداقل، حداکثر، ۱۰۰٪ و ...» بپرهیزید.
- تعداد زیادی ترکیبات دو حرفی لیست و سپس بهترین جفت را انتخاب کنید. تیم، تعدادی از این تعاریف را استخراج می‌کند.

مثال:

- A: لامپ الکتریکی: «انتشار نور»
- B: فنجان قهوه: «نگهداشتن مایع»
- C: پیچ‌گوشتی: «انتقال گشتاور پیچشی»

عملکردها اغلب به دو گروه پایه و ثانوی تقسیم می‌شوند. یک عملکرد پایه مهمترین دلیل وجود محصول می‌باشد، که خروجی محصول را در قالب نیازهای مصرف‌کننده تعریف می‌کند. یک سؤال خوب برای تعیین عملکرد پایه عبارت است از: «اگر این عملکرد را از محصول بگیرد، آیا هنوز هدف محصول برآورده می‌شود؟». عملکردهای ثانوی از عملکرد یا عملکردهای پایه پشتیبانی می‌کنند و اجازه می‌دهند که آنها رخ دهند و معمولاً به عنوان یک نتیجه از طرح انتخاب شده هستند. ممکن است عملکردهای ثانوی، را حتی، حساسیت یا زیبایی در محصول ایجاد نمایند. این‌ها مهم‌ترین

کандیداهای برای حذف شدن، بهبود یافتن یا عوض شدن می‌باشند. دسته‌بندی عملکردها به دو گروه



پایه و ثانوی برای تشخیص عملکرد زائد و غیرضروری و بعداً برای تقسیم‌بندی هزینه در یک محصول بسیار کمک‌کننده است. برای مثال، اگر هزینه‌های صرف شده برای عملکردهای غیرضروری بیش از هزینه‌های صرف شده برای عملکردهای پایه یا عملکردهای ثانوی ضروری باشد، این یک علامت برای تیم مهندسی ارزش به معنی هزینه قابل بهبود است.

### تکنیک آنالیز سیستم بر مبنای عملکرد: FAST: Functional Analysis System Technique

این تکنیک، تعاریف دو حرفی عملکردها را بر اساس علت و اهمیت آنها درجه‌بندی می‌کند و بر مبنای دلیل وجود محصول یا عملکرد پایه عمل می‌کند. نمودار FAST نباید با نمودار توالی زمان یا نمودار CPM اشتباه شود. نمودار FAST به روش زیر توسعه می‌یابد:

۱- تمام عملکردهایی که توسط محصول و اجزایش انجام می‌شوند با استفاده از روش دو لغتی تعریف می‌شوند. برای آماده کردن رسم نمودار، هر عملکرد روی کارت کوچک و مجزایی نوشته می‌شود. کارت‌ها روی سطحی قرار داده می‌شوند که به راحتی قابل رؤیت و در دسترس باشند و بتوان آن‌ها را جا به جا نمود. برای راحتی کار بهتر است که از یک میز که سطح آن توسط کاغذ پوشانده شده است استفاده شود.

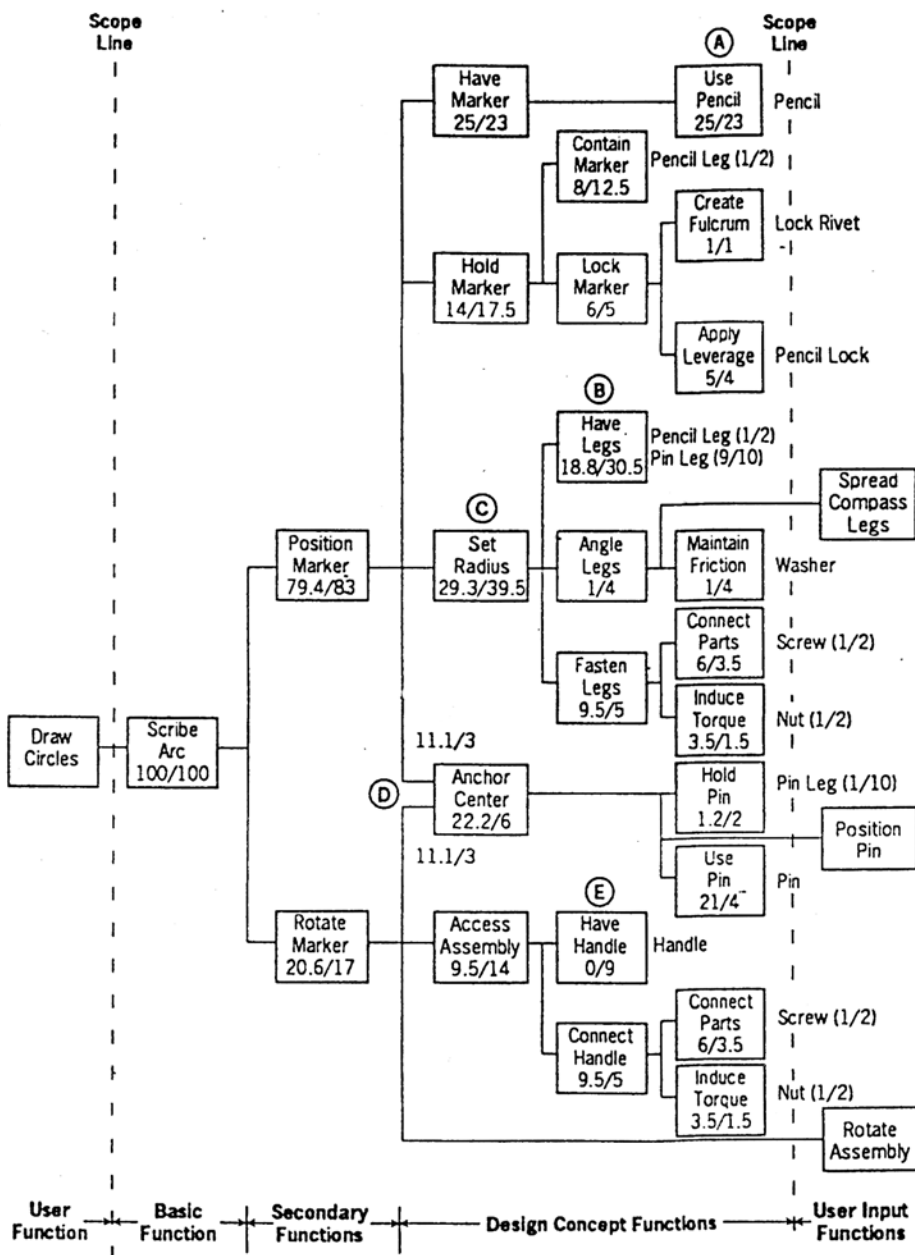
۲- از میان کارت‌ها، کارتی که بهترین تعریف را از عملکرد پایه ارائه دهد انتخاب می‌شود. در میان لیست اولیه از عملکردها، کارت‌هایی وجود دارند که عملکردهای ثانویه را شرح می‌دهند و اگرچه ممکن است تعداد زیادی عملکردهای ثانویه وجود داشته باشد ولی بعضی از آنها ممکن است ارزش کمی داشته باشند و یا ممکن است هزینه غیرضروری را تحمیل کرده باشند. این‌ها مهمترین کاندیداها برای بهبود و تغییر می‌باشند.

۳- باید یک نمودار درختی از عملکردهای پایه رسم شود. این کار با مقایسه شخصی بهتر انجام می‌شود. برای این کار فرض کنید که شما شیء تحت آنالیز هستید و باید به پرسش «چطور من (فعل) (اسم)؟» جواب دهید. یک سؤال غیرتجسمی دیگر می‌تواند به صورت «چگونه (محصول) این کار را انجام می‌دهید؟» باشد. در هر مورد، جواب‌ها در سمت راست و بلافاصله بعد از عملکرد پایه قرار داده می‌شود. سؤال‌های «چگونه» (سؤال‌هایی که با «چگونه» آغاز می‌شوند) منجر به ایجاد شاخه‌ها خواهند شد و تا آنجا که شاخه‌ها متوقف شوند و عملکرد مورد نظر در یک توالی منطقی قرار گیرد، تکرار می‌شوند. کارت‌های مجزا در مرتب‌کردن و جانمایی نتایج حاصل از پرسش‌های «چگونه» کمک می‌کنند.

۴- برای رسیدن به یک ساختار منطقی باید سؤال «چرا من (اسم) (فعل)؟» در جهت معکوس پاسخ داده شود (برای هر یک از وظایف موجود در یک توالی منطقی). سؤال‌های «چگونه - چرا؟» به منظور آزمایش کردن منطق کل نمودار به کار می‌روند. پاسخ سؤال‌های چگونه و چرا باید در دو جهت احساس شوند. پاسخ سؤال‌های «چگونه» باید به طور منطقی، از چپ به راست، جریان داشته باشد و پاسخ‌های سؤال‌های «چرا» باید به طور منطقی در حرکت از راست به چپ خوانده شوند.



۵- ممکن است یک «مسیر بحرانی عملکرد» CPF که از توالی منطقی عملکردهای پایه و ثانوی به دست می‌آید، وظایفی را در برگرد که باید اجرا شوند تا وظیفه پایه اجرا شود. هر عملکردی که روی این مسیر نباشد هدف مهمی است برای باز طراحی نمودن، حذف و کاهش هزینه.



شکل ۱





۶- نمودار FAST معمولاً در دو انتهایش با خطوط برد "Scope Lines" محدود می‌شوند که این خطوط برای ترسیم محدوده مطالعه به کار می‌روند. برای مثال در آنالیز ارزش یک «پروژکتور» نمودار FAST می‌تواند تا آن نقطه‌ای که جریان برق وارد دستگاه می‌شود، بسط یابد، «تولید برق» خارج از محدوده تحقیق می‌باشد.

یک نمودار FAST به تنهایی زیاد مفید نیست و می‌تواند برای کسانی که درگیر ترسیم آن نبوده‌اند گیج‌کننده و وحشتناک باشد و ارزش اصلی نمودار در سؤال‌های پرقدرت و آنالیز مؤثر آن نهفته است که سبب توسعه آن می‌شود.

نمودار FAST نقشه ارتباطی بسیار خوبی را دارا می‌باشد. باید توجه داشت که نمودار FAST یک نمودار جریان توالی و وابسته به زمان نیست، بلکه یک نمودار درختی است که ارتباطات داخلی مابین وظایف را تشریح می‌کند. (شکل ۱ یک نمونه از این نمودار را نشان می‌دهد که برای یک پرگار رسم شده است).

#### آنالیز اجبار:

مطالعه نمودن اجبارها یا «دلایلی که یک عنصر، ماده، طرح یا روش خاصی را دیکته می‌کنند» می‌تواند مفید باشد. بنیانگذاران تکنیک مهندسی ارزش این روش را «آنالیز اجبار» نامیده‌اند، که هدف از آن این است که آیا اجبارها امروزه هنوز معتبر هستند یا نه؟ اغلب محصولات دوباره طراحی می‌شوند، زیرا اجبارهای اولیه‌ای که طرح را دیکته کرده‌اند، در حال حاضر معتبر نیستند یا بد تعبیر می‌شوند. سؤال‌هایی که باید پاسخ داده شوند عبارتند از:

«چرا ما به کار می‌بریم آن چیزی را که به کار می‌بریم؟» و «آیا این دلیل هنوز معتبر است؟»

آنالیز اجبار نباید مورد تأکید قرار گیرد. در بعضی موارد یک آنالیز حتی می‌تواند ضرورت یک مطالعه VE را از میان بردارد. ثابت شده است که هزینه‌های وابسته به اجبارهای غیرمعتبر را می‌توان کشف کرد و با هزینه وظیفه ترکیب نمود.

#### آنالیز کمی ارزش – مرحله اول اندازه‌گیری ارزش:

پس از تکمیل آنالیز عملکرد باید:

- هزینه عملکردها تعیین گردد.

- ارزش اهمیت آنها تعیین شود.

- یک شکل شایستگی (FOM) یا شاخص ارزش برای این عملکردها استخراج شود.

- انتقال این اندازه‌ها به عملکردهای مربوطه‌ای که در نمودار FAST وجود دارند. توجه داشته

باشید که اگرچه یک نمودار FAST می‌تواند بسیار مفید باشد ولی ممکن است نتوان برای همیشه از آن استفاده کرد، همچنین به کار نگرفتن آن از استخراج شاخص ارزش جلوگیری نمی‌کند.

#### ۱- استخراج هزینه:

آنالیز هزینه عملکرد به سؤال پایه‌ای مهندسی ارزش که عبارتست از: «هزینه آن چقدر است؟»

پاسخ می‌دهد. هزینه عملکردها به وسیله تعیین هزینه اقلام، اجزاء یا نیاز نیروی انسانی که عملکرد



مربوط به خود را ایجاد می‌کنند، استخراج می‌شود. هزینه‌ها دو نوع هستند: هزینه‌های واقعی یا «سخت»، مانند مواد و هزینه‌های نیروی انسانی، هزینه‌های ذهنی یا هزینه‌های «نرم»، مانند سختی کار، ریسک شکست، یا حتی ماده‌ی حدسی و هزینه‌های نیروی انسانی. وقتی که هزینه‌های واقعی در دسترس نیستند، از هزینه‌های نرم استفاده می‌شود. اگر هزینه‌های سخت در دسترس باشند، باید از آنها استفاده کرد. هزینه‌های «نرم» را می‌توان برای هر یک از اقلام یا اجزاء با مقایسه و دسته‌بندی هر یک در رابطه با سایرین تعیین کرد. وقتی گروهی از افراد هزینه‌ها را تخمین می‌زنند، یک درصد متوسط را می‌توان برای یک تیم به وسیله‌ی میانگین تمام نسبت‌ها به دست آورد. تساوی مخرجی را برای نسبت ارزش بیان شده نشان می‌دهد:

$$(1) \text{ Average } \%c = \frac{(\%C1, \%C2, \dots, \%Cn)}{n}$$

که در آن:

$\%C$  = میانگین نسبی هزینه‌ی محصول

$\%C(1,2,3,\dots,n)$  = هزینه‌ی هر یک از اجزای محصول

$n$  = مجموع تعدا اجزای محصول

## ۲ - استخراج اهمیت یا (Worth) بهاء:

واژه‌ی بهاء (Worth) و تکنیک آنالیز بهاء معمولاً با اقلام سخت‌افزار به کار می‌رود، ولی واژه‌ی اهمیت یا (Importance) و روش‌های استخراج آن اغلب با اقلام غیر سخت‌افزاری در ارتباط است. بهاء یا اهمیت عملکردها نیز مانند هزینه به طور غیرمستقیم و با استخراج بهاء و اهمیت اقلام، اجزایی که تشکیل دهنده‌ی آن عملکردها هستند، تعیین می‌شود. بهاء با تکنیک مقایسه‌ی هزینه‌ی خارجی به‌این صورت تعیین و تعریف می‌شود: «کمترین هزینه‌ای که به طور یقین عملکرد مورد نظر را برآورده می‌کند و با مقایسه‌ی هزینه‌ی عملکرد اقلام با قطعاتش یا هزینه‌ی اقلام و مشابه خارجی که به طور یقین می‌تواند همین را انجام دهد، تعیین می‌شود. برای مثال بهای یک گیره کاغذ که وظیفه‌ی آن ثابت نگه داشتن کاغذ می‌باشد به وسیله‌ی استفاده از وسایل دیگری که می‌توانند همین کار را انجام دهند، تعیین می‌شود.

شیئی که کمترین هزینه را داشته باشد انتخاب می‌شود. یک کلیپس کاغذ که هزینه‌اش کمتر از گیره می‌باشد می‌تواند همان وظیفه را انجام بدهد.

اهمیت، به روش مقایسه‌ی داخلی اقلام یا اجزاء با یکدیگر تعیین می‌شود. ارزشیابی اهمیت به وسیله‌ی تکنیک‌های تعیین مقدار کیفی به همان روشی که برای استخراج هزینه‌های نرم صورت گرفته، انجام می‌شود. تساوی ۲ استخراج درصد اهمیت و تهیه‌ی صورت کسر برای نسبت ارزش بیان شده را نشان می‌دهد:



$$(2) \text{ Average \%I} = \frac{(\%I_1, \%I_2, \dots, \%I_n)}{n}$$

که در آن:

$\%I$  = متوسط اهمیت یک محصول

$\%I(1,2,3,\dots,n)$  = اهمیت هر یک از اجزاء یا عملکردها

$n$  = مجموع تعداد اجزاء یا عملکردها

### ۳- شاخص ارزش:

وقتی که هزینه‌ها و قیمت‌ها استخراج شدند، برای محاسبه شاخص ارزش به کار گرفته می‌شوند. چند روش برای محاسبه شاخص ارزش وجود دارد. بهاء یا قیمت را می‌توان در صورت کسر به کار برد. همین‌طور در مخرج کسر ممکن است هزینه‌های واقعی سخت، یا هزینه‌های نرم کیفی تخمین زده شده، باشد.

$$(4) \text{ Value Index} = \frac{\text{قدر مطلق بهاء}}{\text{قدر مطلق هزینه}}$$

$$(5) \text{ Value Index} = \frac{\%I}{\%C}$$

به دست آوردن عدد ثابت ضروری است، بنابراین واحدها حذف می‌شوند تا شاخص‌ها بدون بُعد (دیمانسیون) به دست آید.

شاخص ارزش یک عدد بدون بُعد است که این امر سبب می‌شود بتوانیم یک ارزش قابل فهم به عملکردها تخصیص دهیم. معمولاً شاخص ارزش بزرگتر از ۱ نشان‌دهنده ارزش خوبی است و یک شاخص کمتر از ۱، وظیفه یا قطعه‌ای را نشان می‌دهد که نیازمند توجه و بهبود می‌باشد. شاخص‌های کم‌ارزش را می‌توان در فاز تفکر بهبود بخشید.

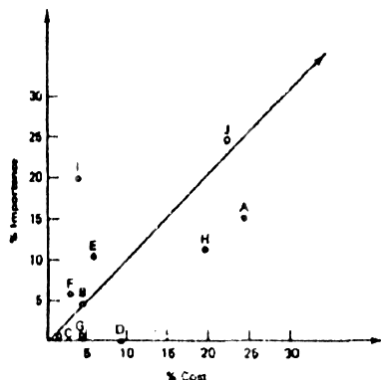
یک روش مناسب برای تشریح شاخص، ترسیم نموداری از اهمیت یا بهاء در مقابل هزینه برای هر عملکرد یا هر یک از اقلام می‌باشد. بنیانگذاران تکنیک مهندسی ارزشی این نمودار را «نمودار ارزش» نامیده‌اند (شکل ۲).

خط ۴۵ درجه در نمودار دارای شاخص ارزش ۱ می‌باشد و نشان‌دهنده ارزش قابل قبول است. نقاط بالای این خط دارای ارزش خوبی می‌باشند و نقاط پایین این خط دارای ارزش پایینی هستند.

### ۴- تکنیک‌های اندازه‌گیری ارزش:

تعداد بی‌شماری تکنیک تعیین مقدار کیفی در دسترس هستند که به اندازه‌گیری پارامترهای شاخص ارزش کمک می‌کنند. یکی از این تکنیک‌ها، تکنیک مقایسه دودویی و دیگری تخمین مستقیم اهمیت (DME) است.





شکل ۲

در فرآیند مقایسهٔ دودویی، عملکرد یا عنصری از بین یک جفت عملکرد یا عنصر انتخاب می‌شود که از نظر برخی مشخصات ویژه (مثلاً هزینه، اهمیت و ...) از سطح بالایی برخوردار باشند. با تکرار فرآیند در مورد تمام جفت‌های ممکن تعیین مقدار ارزش عناصر امکان‌پذیر می‌شود. اگر تعداد اقلامی که ارزشیابی می‌شوند زیاد (بیش از ۱۰ عدد) باشد، در این مواقع DME توصیه می‌شود.

تخمین مستقیم اهمیت DME، روشی است که در آن افراد، ارقامی را به طور مستقیم و متناسب با اهمیت مشخصه‌ای که اقلام دارند تخصیص می‌دهند.

لیستی از اقلام به شما داده شده است. وظیفه شما این است که با تخصیص دادن اعدادی به این اقلام بگویید که اهمیت آنها چقدر است. هر شماره‌ای که به نظر شما مناسب می‌رسد به اولین قطعه تخصیص دهید، سپس به اقلام بعدی طوری اعداد را تخصیص دهید که متناسب با اهمیت‌شان باشد و همچنین با عددی که به قطعه قبلی تخصیص داده‌اید متناسب باشد. برای مثال اگر به نظرتان می‌رسد که دومین قطعه ۱۰ مرتبه بیشتر از قطعه اول اهمیت دارد، عددی را که به آن نسبت می‌دهید باید ۲۰ مرتبه از عدد قبلی بزرگتر باشد.

ثابت شده است که تخمین اهمیت‌ها از توزیع Log – Normal پیروی می‌کند. در نتیجه بهترین راه برای میانگین‌گیری از آنها، گرفتن میانهٔ هندسی از آنها است.

DME علاوه بر سادگی، اهمیت اختلاف بین اقلام را بیان می‌کند. تجربه نشان داده است که این ارزش با کمتر از ۳۰ قلم بسیار مؤثر و مفید است.

روش مستقیم دیگری که برای تخصیص اعداد به اهمیت اقلام وجود دارد، روش طبقه‌بندی است. این روش از قانون تیلور در تخصیص «حدودی از اعداد» استفاده می‌کند. محققان ابتدا محدوده‌ای از اعداد را که تشخیص می‌دهند مناسب است انتخاب می‌کنند و سپس از بین آنها عددی که به بهترین نحو اهمیت قطعه را بیان می‌کند، انتخاب می‌کنند. نوعی از طبقه‌بندی به این صورت است:

۹۰-۱۰۰: بسیار پراهمیت



۵۰-۶۹: متوسط اهمیت

۳۰-۴۹: کم اهمیت

۱۰-۲۹: خیلی کم اهمیت یا بی اهمیت

روش «طبقه‌بندی» در مقایسه با روش DME پیشرفته‌تر، آسان‌تر، قابل فهم‌تر و بسیار بی‌زحمت‌تر می‌باشد. این روش باعث افزایش ثبات بین افراد تیم می‌شود زیرا که همه دارای یک مرجع برای طبقه‌بندی می‌باشند. همچنین مشاهدات Log - Normal نیستند و تا وقتی که تمام اعضای یک تیم مقیاس را به کار می‌برند، استفاده از میانه هندسی برای محاسبه یک جواب متوسط لازم نیست. مقیاس‌بندی می‌تواند دایره نظرات افراد پیرامون اختلاف اهمیت بین اقلام را محدود کند، زیرا که دایره جواب‌ها محدود است.

مرحله اندازه‌گیری ارزش با تعیین مقدار ارزش، قیمت یا بهاء و هزینه عملکردها و اجزاء به اوج خود می‌رسد. این پارامترها برای انتخاب‌های کاندیداهایی برای طراحی دوباره، بهبود یا حذف شدن مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کاندیدها معمولاً دارای ارزش کم، هزینه بالا، اهمیت کم یا ترکیبی از این عوامل می‌باشند. این اقلام در فاز تغییر، برای بهبود و تحقیق تحت تمرکز قرار می‌گیرند.

### • فاز نوآوری یا خلاقیت

#### بهبود ارزش:

فاز نوآوری یا خلاقیت، فاز طراحی قطعات و اولین قدم بازطراحی فرآیند می‌باشد. فعالیت‌های این فاز شامل روش‌های طراحی آلترناتیو بر اساس عملکردها می‌باشد. هدف این فاز تغییر یا حذف عملکردها ثانوی کم‌ارزش و جواب دادن به سؤالات زیر است:

- چه عنصری می‌تواند این کار را انجام دهد؟

- ما چگونه می‌توانیم عملکردها ثانوی را حذف کنیم در حالی که عملکردها پایه هنوز اجرا می‌شوند؟

روش‌های زیادی برای ابداع و گردآوری آلترناتیوها وجود دارد، ولی همه تکنیک‌ها برای همه وضعیت‌ها مناسب نیستند. تجربه نشان داده که بهتر است این کار ابتدا با ساده‌ترین روش شروع شود و کم‌کم با روش‌های پیچیده‌تر ادامه یابد. ساده‌ترین روش این است که ایده‌های وجود قبلی جمع‌آوری شود. این کار را می‌توان از روی اسناد یا افراد از طریق مذاکره، پرسش‌نامه‌ها و غیره انجام داد و یا می‌توان با برگزاری جلساتی که در آن گروه‌های مختلف نظرات خود را در میان بگذارند این کار را انجام داد.

اگر هیچ ایده رضایت‌بخشی از این روش‌های ساده به دست نیامد، باید تکنیک‌های ابداع آلترناتیوهای جدید امتحان شوند. تکنیک‌های زیادی برای ابداع ایده‌های جدید در دسترس هستند. تمام این تکنیک‌ها برای دور کردن تفکرات منفی و اغلب شکوفا نمودن محیط‌های غیرحرفه‌ای و تحریک تفکرات سازنده، طراحی شده‌اند. آنها به منظور جلوگیری از عادت و فرهنگ‌ها و احساساتی

که سد راه سازندگی هستند، طراحی شده‌اند. دو توصیه اساسی در تکنیک کار این دستورها وجود



دارد:

۱- در مرحله تولید ایده، هر نوع انتقاد و ارزشیابی حذف می‌شود و فقط ایده‌های پیشنهادی لیست می‌شوند. این کار سبب تولید حداکثر ایده‌ها می‌شود و از رد شدن بی‌موقع ایده‌هایی که می‌توانند بالقوه خوب باشند، جلوگیری می‌گردد.

۲- تمام پیشنهادها حتی آنهایی که ظاهراً غیرعملی هستند، باید در وهله اول مورد توجه قرار گیرند، زیرا با این کار تمام افراد تشویق به تحقیق و ارائه پیشنهاد می‌شوند. حتی اگر این پیشنهادها غیرعملی به نظر برسند، با خیال راحت و بدون ترس از این که مورد تمسخر قرار گیرند طرز فکر خود را تشریح می‌کنند.

شکل ۳ تعدادی از این تکنیک‌ها را نشان می‌دهد. احتمالاً آشناترین تکنیک، تکنیک Brain Storming (طوفان فکری) است. این تکنیک سال‌هاست که به طور وسیع به کار می‌رود. تکنیک گروهی اسمی (Normal Group Technique (NGT که توسط Delberg و Vandeven توسعه یافت، تکنیک نسبتاً جدیدی است که بنیانگذاران مهندسی ارزش آن را مؤثرتر از تکنیک Brain Storming یافته‌اند. این تأثیر به وسیله سایر تحقیقات علمی تأیید شده است. Brain Storming به وسیله تأثیر متقابل گروه‌هایی که ظاهراً مخالف هم هستند، اجرا می‌شود. گروه‌های متقابل خود به خود درگیر بحث‌های گروهی می‌شوند. همه نوع ارتباط بین اعضا با حداقل کنترل به وجود می‌آید. گروه‌های اسمی شامل تک‌تک افراد می‌شوند که در حضور دیگران کار می‌کنند، ولی به جز در دوره‌های از قبل تعیین شده با دیگران وارد بحث نمی‌شوند. بنیانگذاران مهندسی ارزش تکنیک NGT را توصیه می‌کنند.

Technique
Brainstorming
Gordon technique
Nominal group technique
Checklists
Morphological synthesis
Attribute listing
Catalog technique
Synectics

شکل ۳

## • فاز ارزشیابی

### آنالیز کیفی ارزش

فاز ارزشیابی شامل یک فرآیند گزینش است که در آن ایده‌های پیشنهاد شده در فاز نوآوری و خلاقیت آزمایش و تعداد کمی از ایده‌ها انتخاب می‌شوند. یک آنالیز ارزش جامع از کلیه ایده‌های پیشنهاد شده در فاز نوآوری و خلاقیت غیرممکن است، زیرا نیاز به زمان و تلاش بیش از حدی دارد.



کنترل باشد.

دو نوع از تکنیک‌های مؤثر تجدید نظر عبارتند از: Q-Sort و Pareto Voting. هر دو روش بسیار سریع و ساده هستند و در عین حال درجه تشخیص بالایی دارند. هر چه تعداد ایده‌هایی که باید ارزشیابی شوند بیشتر باشد، این روش‌ها می‌توانند مؤثرتر و مفیدتر باشند.

پشتوانه تکنیک Patero Voting قانون توزیع نامنظم Pareto است که می‌گوید: حدود ۸۰ درصد ارزش اقلام یک لیست به ۲۰ درصد اقلام آن لیست تعلق دارد. در عمل، اعضای تیم به ارزش اقلام رأی می‌دهند (به صورت مخفی یا آشکار). از هر یک از رأی‌دهندگان خواسته می‌شود که تعداد مشخصی از اقلام (حدود ۲۰ درصد) را که تشخیص می‌دهند مهمتر هستند، انتخاب نمایند. از رأی‌دهندگان خواسته نمی‌شود که در انتخابشان تقدم قائل شوند. فقط یک رأی به هر یک از اقلام باید تخصیص داده شود و مورد توجه و رسیدگی بیشتری قرار گیرند.

در تکنیک Q-Sort هر یک از اقلام روی یک کارت جداگانه نوشته می‌شود و سپس به طور فیزیکی به گروه‌های مختلف دسته‌بندی می‌شوند. ابتدا کارت‌ها به دو گروه پرارزش و کم‌ارزش تقسیم می‌شوند. در دور دوم این دو گروه شکافته شده و به چهار گروه «بسیار پرارزش»، «پرارزش»، «کم‌ارزش» و «بسیار کم‌ارزش» تقسیم می‌شوند. دور سوم برای پیدا کردن گروه میانه یا متوسط ارزش است. در پایان دور سوم، پنج گروه «بسیار پرارزش»، «پرارزش»، «متوسط ارزش»، «کم‌ارزش» و «بسیار کم‌ارزش» باید داشته باشیم. کاندیدها را برای مطالعه بیشتر می‌توان از بین اقلامی که بالاترین ارزش را دارا می‌باشند، انتخاب کرد.

#### آنالیز کمی ارزش – مرحله دوم اندازه‌گیری ارزش:

گروه‌های انتخاب‌شده در قسمت قبل، برای ارزشیابی‌های دقیق در این قسمت مطرح می‌شوند تا در نهایت ۲ تا ۳ کاندیدا برای بهبود و توسعه احتمالی باقی بمانند. همان تکنیک‌های اندازه‌گیری ارزش که در فاز تغییر مورد بحث قرار گرفتند - مقایسه دودویی و DME - می‌توانند در این قسمت به کار روند. ولی تکنیک مؤثر و بسیار دقیق‌تری در این مرحله به کار می‌رود که Criteria Analysis (آنالیز معیاری) نام دارد. آنالیز معیاری تکنیک مخصوصی است که برای ارزشیابی آلترناتیوها طراحی شده است. در این تکنیک به هر یک از معیارها یا خصوصیات اقلام یک امتیاز داده می‌شود. به هر معیاری یک فاکتور وزنی با توجه به اهمیت آن داده شده است. برای امتیاز دادن می‌توان از روش تخمین مستقیم اهمیت یا روش درجه‌بندی گروهی استفاده کرد. وزن FOM برای هر آلترناتیو از مجموع DME و فاکتورهای وزنی معیارهای مربوط به دست می‌آید. بعداً می‌توان FOM را به صورت یک درصد بیان کرد.

شکل ۴ جدول آنالیز معیاری را برای مثال پرگار نشان می‌دهد. در این جدول فقط معیارهای مثبت برای استخراج FOM و درصد اهمیت به کار رفته است. جدول مشابهی نیز برای استخراج FOM بر مبنای معیارهای منفی استفاده شده است. شاخص ارزش برای هر یک از آلترناتیوها را می‌توان مطابق تساوی ۴ با تقسیم FOM مثبت، یا درصد اهمیت بر FOM منفی (درصد هزینه) آن



آلترناتیو محاسبه کرد. نمودارهای ارزش همان‌طور که در مرحله اول اندازه‌گیری ارزش به کار رفت، در این مرحله نیز برای نمایش اهمیت و هزینه آلترناتیوها می‌تواند مفید باشد.

Criteria							
Item (Item No.)	Ease of Use (15) <sup>a</sup>	Ease of Manufacturing (30)	Safety (20)	Quality (25)	Attractiveness (10)	Weighted FOM	%I
Regular compass (1)	100b	30	50	70	10	545	21.8
Drawing, Exhibit 7.3.2 <sup>b</sup> (2)	80	100	90	50	30	845	33.9
Alternative 2 <sup>c</sup> (3)	30	50	70	40	70	505	20.2
Alternative 3 <sup>c</sup>	50	60	80	50	60	600	24.1
Total						2495	100.0

<sup>a</sup> Weighted factor.

<sup>b</sup> Ratings derived by scalin. They may also be derived by DME, paired comparison, or similar techniques.

<sup>c</sup> Alternatives not illustrated in text.

#### شکل ۴

آنالیز معیاری مزایای بسیاری دارد. مهمترین آنها این است که در این فرآیند از معیارهای مشترکی استفاده می‌شود. در مقایسه دودویی با DME، معیارهای ارزیابی مشترکی وجود ندارد و هر یک از نظردهندگان، مرجع و نقطه‌نظر شخصی خود را بیان می‌کنند. همچنین در این روش مشخص می‌شود که آلترناتیوها تا چه حد قادر به برآورده نمودن هر یک از معیارها می‌باشند. دلیل و منطق تصمیم‌گیری مستند است، به همین دلیل می‌تواند مورد انتقاد قرار گیرد و یا در موارد دیگر از آنها کمک گرفته شود.

از برنامه‌های کامپیوتری می‌توان در محاسبات لازم و رسم نمودارهای ارزش و هیستوگرام‌ها استفاده کرد. یکی دیگر از مزایای آنالیز معیاری، ارتباطی است که در نتیجه فرآیند پرنمودن جدول پدید می‌آید. این تکنیک برای انتخاب بهترین‌ها از میان تعداد کوچکی از آلترناتیوها، روش بسیار مناسبی است.

آلترناتیوهایی که از مرحله اندازه‌گیری ارزش بیرون می‌آیند - از نظر تأثیر هزینه امکان فنی و عملکرد - آزمایش می‌شوند. در این ارتباط باید به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود:

- آیا می‌تواند اجرا شود؟
- چه اتفاقی می‌افتد اگر اجرا شود؟
- آیا با استانداردها مطابقت دارد؟
- هزینه واقعی آن چقدر خواهد بود؟

- آیا با سیستم سازگار است؟  
مرجع دانش مهندسی ارزش ایران





اغلب از افراد مطلع، غیر از افراد سیستم نیز برای قضاوت در مورد آلترناتیو کمک گرفته می‌شود. معیارهای جدیدی ممکن است مطرح شود که زمینه بررسی‌های بیشتری را فراهم آورد. بعد از بررسی‌های اقتصادی آلترناتیوها، احتمالاً نمونه‌های توسعه یافته‌ای باقی می‌مانند که برای اجرا آماده هستند.

### • فاز اجرا

این فاز بستگی به زمینه‌سازی و معرفی پیشنهادات تیم مهندسی ارزش به مدیریت دارد. یک گزارش شامل پیشنهادات و طرح‌هایی است که باید پیاده شود. برای اینکه آلترناتیوهای پیشنهاد شده‌ای که از طرف مدیریت رد می‌شوند، به حداقل برسد، این گزارش باید خیلی دقیق و قابل فهم باشد. اگر سند نوشته شده برای اجرا به تصمیم‌گیرنده تحویل داده می‌شود، اغلب بسیار مفید است که این سند شامل ۲ یا ۳ صفحه خلاصه از مراحل اجرایی باشد. اعضای تیم می‌توانند یک گزارش جداگانه و با اطلاعات مفصل آماده کنند و به عنوان مرجع کار هنگام اجرا به کار ببرند. اغلب یک گزارش شفاهی، مکمل خوبی برای یک گزارش کتبی است.

گاهی اوقات اجرای طرح‌های پیشنهادی توسط تیم مهندسی ارزش انجام شده ولی اغلب اوقات این کار به دیگران واگذار می‌شود. اغلب تیم مهندسی ارزش پس از ارائه پیشنهادات منحل و مسئولیت اجرا به پرسنل خط تولید واگذار می‌شود. تیم تحقیق ورودی‌های لازم را برای مجری بیان می‌کنند و اعضای تیم همراه با گزارش مفصل خود، برای کمک به دپارتمان یا اشخاصی که مسئول اجرا می‌باشند، در دسترس هستند. کمک‌ها به شکل تشریح و اضافه کردن ورودی‌ها است، خط‌راهایی باید برای پیشرفت کار و اجرای صحیح داده شود.

یک عامل مهم در قبولاندن تغییرات پیشنهادی به تصمیم‌گیرنده این است که او با تغییرات پیشنهادی احساس راحتی کند. داشتن تصمیم‌گیرنده به عنوان یکی از اعضای تیم بسیار مفید است. اگر این کار غیرممکن یا غیرعملی است، باید در حین تحقیق تصمیم‌گیرنده را در فواصل زمانی معین از فعالیت‌های تیم مطلع نمود. با این کار راحت‌تر می‌توان در حین تحقیق از او کمک خواست. داشتن جلسات زمان‌بندی شده و دوره‌ای، در کاستن اضطراب از پذیرش تغییرات و به دست آوردن اطلاعات بسیار مفید است. این کار سبب می‌شود که تصمیم‌گیرنده در تیم شرکت کند و در جهت‌دهی و نتیجه تحقیق دخالت نماید. این مداخلات، شانس پذیرش و عمل مثبت را افزایش می‌دهد.

درک این مطلب مهم است که مهندسی ارزش قابل کاربرد در تمام محیط‌ها است: سخت‌افزار، خرید، تولیدات خدمات، سیستم‌ها یا روش‌ها. این بدان معنی نیست که مهندسی ارزش یک داروی همه‌درد برای تمام مسائل است یا این که نتایج آن بدون شک باید عمل شود. ما اعتقاد داریم که فرآیند و تکنیک‌های آن می‌توانند مهندسان صنایع و مدیران را در وظیفه مشترک‌شان برای بهبود ارزش کمک کند.



### ۳- واقعاً چرا برنامه مهندسی ارزش موفق عمل می‌کند؟

مهندسی ارزش یک ابزار موفق مدیریتی می‌باشد که اثربخشی هزینه‌ها را در طراحی یا پروژه‌های ساخت و ساز، تضمین می‌کند. برنامه مهندسی ارزش نتایج بسیار ارزشمندی را در تمام عرصه‌های ساخت و ساز (Construction) و تولید (Manufacturing) ایجاد کرده است. کاری که ما انجام دادیم این بود که در سمینارهای آموزشی مهندسی ارزش و نیز در مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌ها، این سؤال را از شرکت‌کنندگان پرسیدیم که به نظر ایشان کدام بخش از فعالیت‌های مهندسی ارزش اثربخش‌ترین قسمت می‌باشد. همچنین از آنها سؤال کردیم که چرا فکر می‌کنند که مهندسی ارزش قطعاً مؤثر خواهد بود؟ پاسخ‌های دریافت شده بسیار متنوع بودند ولی با این حال برخی نکات مشترک در بین آن پاسخ‌ها مشاهده می‌شود:

۱- مهندسی ارزش رویکردی روشن و واضح و نیز اثربخش می‌باشد. مهندسی ارزش از یک طرح کار (Job Plan) و شرح فعالیت‌ها استفاده می‌کند. طرح کار، کلیدی برای انجام ساده‌تر مهندسی ارزش می‌باشد. رویکرد سازمان‌یافته مهندسی ارزش شباهت بسیار زیادی به فرآیند خلاقیت دارد. این فرآیند به این صورت می‌باشد که ابتدا اطلاعات مورد نیاز را جستجو و جمع‌آوری می‌کند؛ سپس افکار افراد را در قالب یک گروه و به صورت جلسات گروهی یا به صورت تکی و یک‌نفره، به منظور تولید ایده‌های خلاقانه تحریک می‌کند؛ ایده‌ها و فکرهای تولید شده را ارزیابی می‌کند و توصیه‌ها و پیشنهادهایی را جهت اجرا شدن مطرح می‌کند. مهندسی ارزش تضمین می‌کند که جریان روان و آزادانه اطلاعات خدشه‌دار نشود و مانعی برای آن ایجاد نگردد. در مهندسی ارزش برای اجتناب از افتادن در دام قضاوت و داوری زود هنگام و پیش‌داوری‌های بازدارنده، جنبه‌های خلاقیت و ابتکار در مطالعه از جنبه‌های ارزیابی و بررسی جدا شده است. مهندسی ارزش برای هدایت تیم در قالب طرح کار و فرآیند مهندسی ارزش از کاربرگ‌های مناسبی استفاده می‌کند. باید به این نکته اشاره شود که کاربرگ‌های مورد استفاده در مطالعه مهندسی ارزش با کاربرگ‌های مورد استفاده در سایر سازمان‌ها یا شرکت‌ها یکسان نمی‌باشد و اندکی تفاوت دارد.

۲- دلیل دیگری که باعث می‌شود که مهندسی ارزش بتواند درست عمل کند و نتایج موفقیت‌آمیزی را حاصل کند، این حقیقت است که تمامی طراحی‌ها قطعاً دارای هزینه‌های غیرضروری می‌باشند. با توجه به این‌که هر طراحی خود در حکم یک فرآیند خلاقیت می‌باشد، لذا برای رسیدن به اهداف نهایی پروژه با تعداد بی‌شماری از ترکیبات طراحی، مواد و روش‌ها مواجه می‌باشیم. این‌که آیا واقعاً این ترکیبات دربردارنده بهترین تعادل بین هزینه، عملکرد و قابلیت اطمینان برای پروژه می‌باشند یا خیر، سؤالی است که به طور جدی مطرح می‌باشد. هر طراحی که به طور دقیق بر روی یک پروژه کار می‌کند، تعدادی مقایسات بر روی آلترناتیوهای مختلف که قادر به انجام عملکرد مورد نظر می‌باشند، انجام می‌دهد. اغلب در اثر وجود محدودیت‌های زمانی در زمان‌بندی پروژه و نیز محدودیت بودجه برای خود فعالیت طراحی، تعداد مقایسات مذکور کاملاً

محدود می‌باشد. علاوه بر آن، داده‌ها و اطلاعات جدید در مورد گذشته پروژه و سوابق آن و به وجود



آن امکان یک بازنگری بی طرفانه توسط شخصی که در فرآیند طراحی اصلی به طور مستقیم درگیر نبوده است، ممکن است در نتایج مقایسات اولیه انجام شده توسط خود طراح، تغییراتی ایجاد نماید. تمامی طراحان بلا استثناء علاقه مند می باشند که گزینه های بیشتری را مطالعه کنند و توسعه دهند تا در اثر مقایسه صحت و سقم طراحی شان مورد بررسی قرار گیرد. با این حال هزار و یک نکته ظریف در طراحی نهایی نهفته است که باید حتی الامکان مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین ممکن است طراح مجبور شود که برای تبعیت از زمان بندی پروژه و نیز تطابق با بودجه در نظر گرفته شده برای طراحی، از بسیاری از آلترناتیوها و مقایسات آنها چشم پوشی نماید و بر اساس تجربیات گذشته خود عمل کند.

تعداد مقایسات آلترناتیوها و ارزیابی آنها که برای رسیدن به طراحی نهایی صورت می گیرد، شدیداً بر روی هزینه پروژه اثر می گذارد. برای ما، در طول دوره های مطالعات مهندسی ارزش و هدایت و مدیریت این فعالیت ها، مشاهده منافع و نتایج ارزشمند حاصل از انجام مقایسات اثربخش بر روی آلترناتیوها، بسیار جالب و شگفت انگیز بوده است. در حالی که ما حدوداً با ۲۵ مشاور طراحی مختلف همکاری داشته ایم، تعداد بسیار فراوانی از رویکردها و متدولوژی های مقایسه آلترناتیوهای طراحی را مشاهده نموده ایم و تجربه کرده ایم. به عنوان یک طراح همکار، مشاهده شاهرکار مهندسی ارزش به کار گرفته شده در پروژه های مطالعه شده موجب دلگرمی و قوت قلب ما می شود. با توجه و عنایت به گذشته و سوابق پروژه های طراحی، متوجه می شویم که میزان موفقیت در ارائه طراحی کامل و دقیق، مقدار بودجه تخصیص داده شده برای طراحی و نیز زمان در نظر گرفته شده برای آن نسبت مستقیم دارد. در صورتی که زمان و سایر منابع مورد نیاز برای انجام مقایسات کافی بر روی آلترناتیوها مهیا گردد، به بهینه سازی طراحی کمک شایانی خواهد نمود.

اخیراً یک دغدغه و نگرانی اساسی در مورد هزینه و روش های انتخاب مشاوران طراحی بروز کرده است. تلاش هایی برای کاهش دادن دستمزد معماران و مهندسين صورت گرفته است. از طرف دیگر، در پروژه های ساخت و ساز به این نکته که واقعاً در عمل چه مقدار بودجه صرف پروژه ها می شود، توجه زیادی نمی شود. به عبارت دیگر در مناقصه ها هر پیمانکاری که قیمت کمتری پیشنهاد دهد، انجام کار را به دست خواهد گرفت. به عنوان یک قاعده عمومی، طراحی یک پروژه اغلب ۱۰-۵ درصد هزینه کل پروژه را به خود اختصاص می دهد، در حالی که در مواردی مشاهده می شود که دستمزد پرداخت شده بابت این کار از ۵ درصد نیز کمتر می باشد. به عنوان یک اصل می توان ادعا نمود که هر چقدر که دستمزد طراحان کمتر باشد، به همان میزان تعداد آلترناتیوهای جایگزین مقایسه شده نیز کمتر خواهد شد. نتیجه حاصل این خواهد بود که کارفرما طرحی متناسب با پولی که بابت آن پرداخت کرده است را دریافت خواهد نمود. با توجه به آنچه که گفته شد، سرمایه گذاری بسیار ارزشمندی خواهد بود اگر منابع مورد نیاز طراحی که حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کل هزینه پروژه را شامل خواهد شد، برای فعالیت طراحی پروژه مهیا کنیم؛ که در غیر این صورت ناچاریم که ریسک داشتن طرحی را که هزینه های آن اثربخشی کافی ندارند، بپذیریم؛ بخصوص ریسک های مکرر و



طولانی مدت بروز هزینه‌های دوره عمر محصول پروژه را. در حالی که جنبه‌های مختلف مربوط به فرآیند ساخت یک پروژه بیش از ۹۰ درصد از کل هزینه اولیه پروژه را شامل می‌شود، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات و نیز هزینه‌های عملیاتی و بهره‌برداری باید در تمام طول عمر پروژه مورد توجه قرار گیرند.

صرفه‌جویی بی‌مورد و مضایقه کردن در صرف هزینه بر روی طراحی پروژه باعث خواهد شد که در نهایت شاهد ایجاد پروژه‌های شلویم که هزینه‌های صرف شده در آن اثربخشی کافی ندارند و نیز هزینه‌های بهره‌برداری، عملیات و نگهداری و تعمیرات مربوط به آن کاملاً غیر اقتصادی می‌باشند. هر چند که این ادعا ممکن است که در تمامی موارد صادق نباشد ولی در اکثر مواقع قطعاً چنین خواهد بود.

۳- انگیزه نیرویی شگفت‌انگیز است که ما را مجبور می‌کند که فراتر از الگوهای پذیرفته شده و روندهایی که بدان عادت کرده‌ایم و خو گرفته‌ایم، عمل می‌کنیم. اعضای تیم مهندسی ارزش در مقابل محرک‌های انگیزشی، به عنوان کلید اصل حرکت در تلاش مهندسی ارزش، پاسخی یکسان از خود نشان می‌دهند. وجود یک تیم با ترکیبی متنوع از رشته‌ها و تخصص‌های مختلف، باعث ایجاد انگیزه در شرکت‌کنندگان و اعضای تیم می‌شود و علت آن این حقیقت مسلم می‌باشد که آنها در یک فرآیند تصمیم‌گیری و دسته‌جمعی قرار گرفته‌اند؛ که خود محرک نیرومند می‌باشد. یک «پروژه طراحی» موفق، پروژه‌ای است که با مشارکت و همکاری کلیه افراد با تخصص‌های مرتبط با طراحی، از قبیل مهندس بهداشت و محیط زیست، مهندس برق، مهندس عمران، مهندس مکانیک، مهندس معماری، مهندس سازه و ... انجام پذیرد. بنابراین طراحی متکی بر همکاری تمامی این گروه‌های مختلف در فرآیند طراحی می‌باشد. اغلب محدودیت‌های فیزیکی مربوط به راه‌اندازی فعالیت‌های دفتر و اداری سازمان، جریان کاراً و اثربخش اطلاعات بین گروه‌ها را محدود می‌سازد. واقعاً برای بارور کردن همه‌جانبه یک طراحی، چه راهی بهتر از یک مطالعه مهندسی ارزش توسط گروهی چندتخصصی و جامع می‌تواند مثمر ثمر واقع گردد؟ به راستی که استفاده از مهندسی ارزش یک گام بسیار مفید عالی برای تحریک کردن، به حرکت واداشتن و متحد ساختن استعدادهای فردی هر کدام از اعضای تیم برای دستیابی به اهداف طراحی مورد نیاز پروژه می‌باشد.

همچنین بدین وسیله شرایطی مهیا می‌شود که وقتی سؤالی در مورد طراحی مطرح می‌شود، تخصص‌های مورد نیاز در تمامی زمینه‌های درگیر با پروژه طراحی، برای پاسخ‌گویی و رفع مشکل، در دسترس باشند. به این ترتیب دیگر فرضیات نادرست و ضعیف راه‌حل مطلوب پروژه را خدشه‌دار نخواهد کرد. بسیاری از شرکت‌های طراحی فضای مورد نیاز برای مشارکت و همکاری افرادی با تخصص‌های مختلف در تلاش و فعالیت طراحی را فراهم نمی‌سازند. متأسفانه روال معمول در طراحی بدین صورت می‌باشد که فرآیند اصلی در ابتدا توسط یک گروه طراحی می‌شود؛ سپس نتایج در اختیار گروه دیگری قرار داده می‌شود تا نظرات خود را در طراحی اعمال نمایند و به همین ترتیب رویدادهای پی در پی و زنجیره‌ای رخ می‌دهند تا اینکه در نهایت این فعالیت‌ها در قالب محصول



نهایی به ثمر می‌رسد و کامل می‌شود. در حقیقت، در حالی که طراحی فرآیند، که اولین تخصص درگیر در کار می‌باشد، اغلب به طور کارآمد طراحی می‌شود، تخصص‌های پشتیبانی کننده فعالیت نظیر متخصص سازه، معماری، تهویه و گرمایش و سرمایش، و متخصص برق بایستی طرح را کامل کنند. مهندسی ارزش تلاش می‌کند که این تخصص‌ها را در همان ابتدای طراحی، در قالب گروهی چندتخصصی درگیر کار طراحی نماید.

در فرآیند طراحی متداول، تفکر به صورت تنهایی و انفرادی صورت می‌گیرد؛ در حالی که این مسأله برای گروهی که به قصد تفکر دسته‌جمعی در کنار هم جمع شده‌اند، نامعمول می‌باشد. مهندسی ارزش در بسیاری از قسمت‌های فرآیند کار به عنوان تکنیک تفکر گروهی و هم‌اندیشی ایفای نقش می‌کند. تیم مهندسی ارزش به خاطر گروهی بودن تحریک می‌شود و توسط هماهنگ‌کنندگان تیم مهندسی ارزش (VETC) انگیزه لازم برای آن فراهم می‌شود. مسؤولیت هماهنگ‌کنندگان ایجاد انگیزه برای اعضای تیم می‌باشد؛ همچنین آنها از استعدادها و تجارب اعضای تیم بهره‌برداری لازم را انجام می‌دهند. سؤالات محرک خلاقیت برای رهاساختن اعضای تیم از محدودیت‌ها و موانع و نیز برای شفاف کردن راه جهت تفکر باز و گسترده، اغلب پیشنهاد می‌شود. سؤالات هدایت‌شده و متمرکز شده بر روی نقاط کلیدی که برای تجزیه و تحلیل طراحی و تحریک فکر افراد مفید می‌باشند، مورد تحلیل قرار می‌گیرند. این سؤالات کمک می‌کنند تا ظرفیت‌های خلاقیت در هر کدام از اعضای تیم شکوفا شوند و ظهور نمایند. تمامی افکار و ذهن‌ها سیال می‌باشند و تحت تأثیر محرک‌های بیرونی قرار می‌گیرند. این محرک‌های بیرونی توسط سؤالات محرک خلاقیت که برای ایجاد انگیزه در افراد به کار می‌روند، فراهم می‌شوند.

اغلب داستانی نقل می‌شود که نشان‌دهنده این حقیقت است که انگیزه نیرویی مضاعف می‌باشد. مردی که مست کرده بود، شب در حال بازگشت به خانه بود. او برای رفتن به منزل یک مسیر میان‌بر قدیمی و آشنا را که از بین قبرستان عبور می‌کرد، انتخاب نمود. این مسیر از بین قبرستان و از زیر درختان عبور می‌کرد و در نتیجه کاملاً تاریک بود و هیچ نوری در آن نفوذ نمی‌کرد. ناگهان این مرد داخل قبری که در عرض راه همیشگی این مرد کنده شده بود افتاد. او برای بیرون آمدن از آنجا شروع به تقلا نمود. اما پس از تلاش و کوشش فراوان به این نتیجه رسید که بیرون آمدن از آن گودال عمیق و پرشیب بدون کمک غیرممکن است. بنابراین به سرعت به کنج گودال جست و در آنجا شروع به چرت زدن نمود. لحظه‌ای بعد شخص دیگری نیز که همان مسیر میان‌بر را انتخاب کرده بود به سرنوشت مرد قبلی دچار شد و در همان گودال افتاد. او بدون اینکه متوجه حضور مرد اول شود، شروع به تقلا و کوشش جهت خروج از گودال نمود. پس از تلاش فراوان کم‌کم او نیز ناامید شد و دست از تلاش کشید؛ ولی در همین حال شخص اول که در اثر سر و صدای وی از خواب بیدار شده بود، سرش را از روی زانوهایش برداشت و با صدایی آرام گفت: «تو دیگر نمی‌توانی از اینجا نجات پیدا کنی». در همین لحظه بود که مرد دوم با نیرویی عظیم و باورنکردنی از گودال بیرون جست و فرار کرد. این همان مفهوم انگیزش است. بنابراین انگیزش یک نیروی عظیم در زندگی روزمره ماست.



۴- هنوز می‌توان ادعا نمود که یکی دیگر از دلایلی که باعث می‌شود که مهندسی ارزش بتواند موفق عمل کند آن است که جزئیات تفصیلی یک سیستم نتیجه فرآیند توسعه طرح می‌باشد. هنگامی که شما پروژه‌ای را طرح می‌کنید، در حقیقت، در حال خلق کردن و آفریدن هستید. اغلب این آفرینش و خلق کردن طرح، به خاطر طبیعت و ماهیت آن، به صورت قدم به قدم صورت می‌گیرد. در همان حال که طراحی توسعه پیدا می‌کند، اجزا و جزئیات بیشتر طرح تعیین می‌شوند و این جزئیات در قالب یک کل با هم ترکیب می‌شوند. شما در این فرآیند در حقیقت در حال استنتاج بالا به پایین (از کلیات به سوی جزئیات) می‌باشید که فرآیند مغزی عمده آن به خاطر آوردن و به کارگیری دانش گذشته می‌باشد.

گاهی پیش می‌آید که این فرآیند قدم به قدم یا مرحله به مرحله که به تدریج تکامل می‌باید، در نتیجه مطرح شدن نیازهای جدیدی از جانب کارفرما، بروز می‌کند؛ همچنین تغییراتی از قبیل تغییر در نیازهای نهادهای قانونی، تغییرات ناشی از شرایط محیط یا محل اجرای پروژه و بسیاری از تغییرات مؤثر دیگر. لذا اغلب طراحان علاقه‌مند می‌باشند که در میانه راه طراحی و فرآیند مذکور، طرح خود را بازنگری نمایند تا بتوانند آنرا به‌نگام سازند. همچنین تکنولوژی یا فن‌آوری نوین نیز عاملی است که بر طراحی اثرگذار می‌باشد. مهندسی ارزش ابزاری را فراهم می‌آورد تا بتوان تغییرات لازم را به نحو احسن در طراحی اعمال نمود.

فرآیند طراحی یک پروژه ساخت و ساز عمده و بزرگ، از مرحله انجام طرح‌ریزی آن تا زمانی که برای مناقصه آماده شود، اغلب سه تا چهار سال طول می‌کشد. در این فاصله زمانی اغلب فن‌آوری آنقدر دچار تغییر و تحول می‌شود که از نظر اقتصادی و اثربخشی هزینه‌های پروژه، انجام طراحی جدید بهتر از به کارگیری طراحی قبلی مبتنی بر طرح‌ریزی اصلی به نظر می‌رسد.

هنگامی تجزیه و تحلیل مهندسی ارزش را روی یک پروژه اعمال می‌کنیم، در اصل، در این هنگام، برخلاف فرآیند طراحی اولیه، جزئیات صلاحی عین می‌باشند و در نتیجه فرآیند به کار گرفته شده، فرآیند استنتاج پایین به بالا (از جزئیات به سوی کلیات)، خواهد بود که برای تحلیل پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مورد فرآیند عمده فکری که صورت می‌گیرد، مقایسه کردن آلترناتیوهای مختلف می‌باشد. مطمئناً همه ما به این حقیقت معترف خواهیم بود که ارزیابی ایده‌های ارائه شده و معین بسیار ساده‌تر از تولید ایده و فکر اصلی و اولیه می‌باشد. درست به همین دلیل است که تحلیل یک بازی ورزشی که روز یک‌شنبه بعدازظهر انجام شده است، در صبح روز دوشنبه بسیار سهل و ساده‌تر از آن است که در همان روز بازی بخواهیم، بازی را مربیگری کنیم و باز به همین دلیل است که ارزیابی و بهبود یک ابداع نظیر یک هواپیما، بسیار ساده‌تر از خلق ایده اولیه آن می‌باشد.

۵- مهندسی ارزش سیستمی است که به ما در توسعه تغییرات اصلاحی رو به بهبود، مؤثر و کارآمد کمک می‌کند. ایجاد تغییر و تحول و پذیرش آن برای بسیاری از افراد، حقیقتاً، کاری دشوار می‌باشد، در حالی که مهندسی ارزش تغییرات و تحولات را پدیدار می‌سازد. مهندسی ارزش تلاشی



است برای ایجاد شرایطی مساعد که بتوان در آن شرایط تغییرات را به صورتی مطلوب و مناسب اعمال نمود؛ بدون آنکه کسی از آن تغییرات روی برگرداند. اغلب به خاطر انسان بودنمان و به خاطر ماهیت وجودی‌مان، مغز ما به جستجوی حقیقت، منافع و مزیت‌ها را جستجو می‌کند. این مکانیزم طبیعی برای آن است که بشر بتواند نیازهای شخص خود را تأمین نماید. بسیاری از اوقات، حب ذات و علاقه به خویشتن در وجود ما، باعث می‌شود که فکر و اندیشه ما تسلیم خواسته‌ها و علایق ما شود. این مسأله، مفهومی است که واقعاً فکر و اندیشه را تحریک می‌کند و یک رویداد معمول و متداول در دایره مهندسی است. به عنوان مثل، ممکن است که یک ایده ارزشمند و بکر توسط یک تیم مهندسی مطرح گردد، ولی با وجود ارزشمندی ایده، یک مهندس یا یک معمار، برای اجتناب از مواجه شدن با این حقیقت که طراحی وی باید در نتیجه پذیرش آن ایده، مورد تغییر و اصلاح قرار گیرد، تلاش نماید که حقایق را به نفع خود منحرف و گمراه سازد. آنها ممکن است که از بسیاری حقایق و اطلاعات ارزشمند چشم‌پوشی کنند؛ صرفاً به این دلیل که فکر می‌کنند که با نادیده گرفتن آنها، در وضعیت و موقعیت بهتری قرار خواهند گرفت که به نفعشان خواهد بود. توجه بفرمایید که این مسأله نکته‌ای حساس و مهم می‌باشد.

۶- بسیار بجا و مناسب خواهد بود که به این نکته مهم عنایت داشته باشیم که در مهندسی ارزش، هدف تیم مهندسی ارزش دقیقاً همان هدفی است که طراح پروژه دارد. این هدف عبارت است از فراهم نمودن طراحی مناسب برای پروژه به گونه‌ای که تمامی نیازمندی‌های کارفرما را در یک نقطه تعادل مناسب بین هزینه، کارکرد و قابلیت اطمینان، ارضاء نماید. در صورتی که این نکته به خاطر سپرده شود، برای طراح بسیار ساده‌تر خواهد بود که این مطلب را درک کند و بپذیرد که تیم مهندسی ارزش مکملی برای فعالیت‌های طراحی وی می‌باشد. مهندسی ارزش نگاهی مجدد به طراحی، به منظور تلاش در راستای بهبود اثرات هزینه‌ای پروژه می‌باشد و نباید آن را یک نوع انتقاد و اشکال‌تراشی برای کار طراح تلقی کرد.

۷- مهندسی ارزش در صرف منابع صرفه‌جویی می‌کند. تجارب متعدد در هر دو زمینه تولیدات صنعتی (Manufacturing) و ساخت و سازهای عمرانی (Construction)، از ایجاد منافع عظیم برای کارفرمایان و صاحبان پروژه‌ها در نتیجه به کارگیری مهندسی ارزش، حکایت می‌کند در مورد ۳۵ مطالعه مربوط به مهندسی ارزش بر روی پروژه‌های ساخت و ساز عمرانی انجام‌شده، آقای Zimmerman توانسته است پروژه‌هایی را مدیریت نماید که در آنها به طور متوسط در ازای هر یک دلار صرف شده برای مهندسی ارزش، بیش از ۵۰ دلار صرفه‌جویی حاصل شود. البته این بدان معنی نیست که در هر پروژه‌ای این مقدار پول صرفه‌جویی خواهد شد. در برخی از پروژه‌ها، این صرفه‌جویی بسیار کمتر بوده است. اما با تمام این احوال، این اعداد و ارقام این حقیقت را نشان می‌دهند که به راستی مهندسی ارزش یک سرمایه‌گذاری عالی و بی‌نظیر است. چه روش دیگر را می‌توان به کار برد که قادر باشد در ازای هر دلار پول صرف شده بیش از ۵۰ دلار بازگشت داشته باشد؟

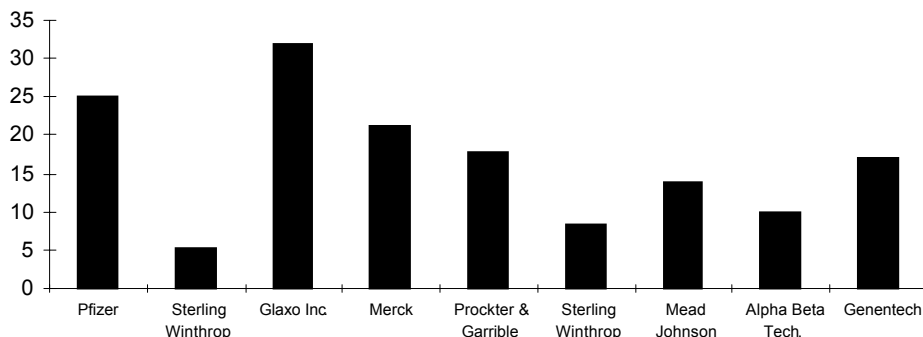
در زیر نمونه‌ای از نتایج حاصل از بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های ایجاد تسهیلات مربوط



به صنعت دارویی ارایه گردیده است:

### نتایج مهندسی ارزش در ایجاد تسهیلات صنعت دارویی

در صد صرفه جویی



پروژه	Pfizer	Sterling Winthrop	Glaxo Inc.	Merck	Procter & Garbille	Sterling Winthrop	Mead Johnson	Alpha Beta Tech	Genentech
بودجه پروژه (میلیون دلار)	۱۲	۳۶۳	۳۱۴	۱۲	۹,۵	۱۹,۳	۸۷	۱۷۲	۲۰۵
مهندسی ارزش (میلیون دلار)	۳	۱۸,۸	۱۰۰	۲,۵۴	۱,۷	۱,۶	۱۲	۱,۷	۳۵
درصد صرفه جویی	%۲۵	%۵,۱۸	%۳۱,۸۵	%۲۱,۲۰	%۱۷,۸۹	%۸,۲۹	%۱۳,۷۹	%۹,۸۹	%۱۷

### نتیجه:

با توجه به آنچه که گفته شد، معلوم می‌شود که مهندسی ارزش روشی است مبتنی بر خلاقیت. اما هرچند که اساس مهندسی ارزش مبتنی بر خلاقیت می‌باشد، ولی صرف استفاده از «خلاقیت ناآگاهانه و کنترل نشده» هرگز نمی‌تواند اثربخشی و کارایی لازم را به همراه داشته باشد. برای دستیابی به ایده‌های بهتر بر اساس خلاقیت و انجام اصلاحات اثربخش بر روی سیستم‌ها، نیازمند آن هستیم که فرآیند خلاقیت را به صورت سیستماتیک، منظم و آگاهانه حل نماییم و در هر نقطه از فرآیند مذکور قادر باشیم که ذهن افراد را به سوی اهداف مورد نظر متمرکز سازیم. طی کردن فرآیند خلاقیت به صورت ضمنی، ناآگاهانه و کنترل نشده، موجب بروز ابهام در هدف مطالعاتی و تعریف مسأله می‌شود و ذهن افراد خلاق را دچار آشفتگی و سردرگمی می‌کند، و از طرف دیگر هماهنگی افراد تیم در فرآیند خلاقیت از بین می‌رود و در نهایت با کوچک‌ترین اشتباه در مدیریت این فرآیند، جریان زلال خلاقیت و فرآیند سیال سازی ذهن مخدوش می‌گردد.





در فرآیند مهندسی ارزش فرآیند خلاقیت درک شده است و تمامی نکات ظریف آن در دل فرآیند مهندسی ارزش تعبیه شده است. لذا مهندسی ارزش بر اساس یک روش سیستماتیک و مبتنی بر نگرش سیستمی، به طور منظم و گام به گام ذهن تحلیلگران را برای خلاقیت آماده می‌کند و در یک لحظه مسأله را به آنها واگذار می‌کند که عمیقاً در مورد محل‌های حساس و بحرانی سیستم بیاندیشند و سپس مهندسی ارزش در ادامه فرآیند خود ایده‌ها را ارزیابی می‌کند تا توصیه‌های مناسبی را جهت اصلاح سیستم ایجاد نماید.

مهندسی ارزش بر اساس متدولوژی خود و تکنیک‌هایی که در آن به کار می‌برد این امکان را فراهم می‌سازد که:

- (الف) فرآیند خلاقیت را تحت کنترل درآوریم و آگاهانه اقدام به انجام آن نماییم.
- (ب) مطمئن باشیم که به دلیل تحت کنترل داشتن فرآیند خلاقیت، در هر زمانی به احتمال قوی موفق به تولید ایده‌های مناسب خواهیم بود.
- (ج) در مورد مسایل پیچیده امکان ایجاد تفاهم بین افراد در مورد شناخت سیستم مورد مطالعه و نقطه‌هایی که باید بر روی آنها متمرکز شوند و در مورد آن ایده‌هایی تولید کنند، با استفاده از تکنیک‌های مهندسی ارزش به وجود خواهد آمد.
- (د) در مورد مسایل پیچیده، بدون استفاده از ابزارها و تکنیک‌های گرافیکی مناسب برای کمک به ذهن انسان، ذهن افراد توانایی کافی برای ایجاد خلاقیت نخواهند داشت و در نتیجه فرآیند خلاقیت کارایی و اثربخشی کافی را بروز نخواهد داد.
- (هـ) مهندسی ارزش بر اساس نگرش سیستماتیک مسأله پیچیده را بر اساس معیارهای هزینه‌ای که تعریف می‌کند، آن قدر می‌شکند تا به مسأله‌ای ساده دست یابد و بدین ترتیب به ذهن افراد برای درک مطلب و تولید ایده‌های خلاقانه در مورد آن مسأله کمک می‌کند. بدون به کارگیری نگرش سیستمی در فرآیند مهندسی ارزش و تکنیک‌های این متدولوژی، افراد مجبور خواهند بود که بر روی یک مسأله بزرگ و پیچیده فکر کنند و در مورد آن ایده‌های خلاق و اصلاحی ارائه دهند، لذا بدیهی است که کارایی لازم در این حالت وجود نخواهد داشت.
- با توجه به آنچه که گفته شد، مشخص می‌شود که به کارگیری تکنیک‌های مهندسی ارزش در افزایش کارایی و اثربخشی فرآیند خلاقیت، به طور قطع، مفید خواهد بود.



## منابع و مراجع:

1. Larry W.Zimmerman & Glen D. Hart: "Value Engineering, A Practical Approach For Owners, Designes and Contractors."
۲. شرکت مهندسی مشاور معمار قدس، «مهندسی ارزش»
۳. مجله‌ روش: «مهندسی ارزش»، سال هفتم، شماره ۴۵.
4. Lawrence C.Bacher: "Value Engineering Application To Pharmaceatical Facility."