

آماده‌سازی و برنامه‌ریزی قبل از اجرا راز موفقیت مهندسی ارزش

فریمه مخاطب رفیعی
استادیار دانشکده مهندسی صنایع
دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

کلید موفقیت پروژه‌های مهندسی ارزش (VE - Value Engineering)، آماده‌سازی است. در موقعیت‌هایی که کمبود اطلاعات وجود دارد، مهندسين ارزش نباید بسیار سریع به پروژه پرداخته و در جهت کاهش هزینه‌ها بدون اطلاع و تعریف دقیق عوامل ریشه‌ای اقدام نمایند. در این مقاله اهمیت تعریف مسئله، تعیین مشخصه‌های ارزش افزون و تقدم در برنامه‌ریزی پروژه قبل از شروع کار گروهی VE مورد بررسی قرار می‌گیرند. این فعالیت، فاز «قبل از اجرا» نامیده می‌شود. در این فاز، مدیر VE باید با صاحبان اصلی پروژه ملاقات کرده و به‌طور وضوح عوامل مؤثر در پروژه VE را مورد بحث قرار دهد. هر قسمت از فاز قبل از اجرا که مورد بررسی قرارگیرد نشان می‌دهد که چگونه قسمت‌هایی که حصول موفقیت پروژه VE را فراهم می‌کنند به توقعات مدیریت پروژه عکس‌العمل نشان می‌دهند. مثالهای کاربردی جهت تشریح کاربرد فاز قبل از اجرا ارائه می‌شوند.



مقدمه

در سال ۱۹۴۵ که تحلیل ارزش‌ها شناخته شد، روش‌های مدیریت در صنایع با روش‌های موجود امروزی کاملاً متفاوت بودند. کاهش هزینه مؤلفه یک راه همه‌گیر و موثر در جهت بهبود ارزش بود. هزینه نیروی انسانی مستقیم عامل هزینه‌ای محدودکننده به حساب می‌آمد. شرکت‌ها انبوه اطلاعات کارگری را جمع‌آوری می‌کردند و برحسب هزینه‌های کارگری طبقه‌بندی می‌نمودند و سپس مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دادند. منحنی‌های فراگیری، اقتصاد اندازه بزرگ و جریان مواد عناصر کلیدی در کاهش هزینه‌های کارگری بحساب می‌آمدند. مدیریت صحیح هزینه نیروی انسانی مستقیم و مواد، باعث موفقیت محصول و به تبع آن موفقیت شرکت می‌شد.

توسعه سریع ارتباطات و فن‌آوری ساخت، محیط تولیدی را تغییر داده است. در دنیای امروزی، یک شرکت بزرگتر لزوماً موفق‌تر نیست. در مقایسه با محیط تولید ۴۰-۳۰ سال پیش، هزینه‌های نیروی انسانی و مواد بخش کوچکتری از هزینه کل محصول را تشکیل می‌دهند که هنوز هم میل به کاهش دارند. اقتصاد اندازه بزرگ امروزه جایش را به روش‌های ساخت انعطاف‌پذیر که در آنها هزینه‌اندازه دسته و آماده‌سازی دیگر مهمترین هزینه‌ها بحساب نمی‌آید داده است. در عکس‌العمل به تغییرات محیط تولید، VE از هزینه مؤلفه‌های کارگر و مواد در هزینه واحد محصول به هزینه تولید محصولات متمرکز شده است. این بدان معنی نیست که کاهش هزینه مستقیم محصول مهم نیست. هنوز هم کاهش هزینه محصول یک فعالیت مهم در پروژه‌های VE بحساب می‌آیند. اما ثابت شده است که کاهش هزینه اداره یک تجارت در فعالیت‌هایی که در ارزش افزوده بی‌اثرند در موفقیت یک شرکت بسیار مؤثرتر هستند. در جهت عکس‌العمل مناسب به‌این فرصت‌ها، مهندسی ارزش باید توجه بیشتری به شناسایی مسائل علمی ریشه‌ای کرده و عوامل ماورای هزینه مستقیم یک محصول را کشف نماید.

۱- تهیه برنامه کار

اعمال VE به نکات پیچیده‌تر از کاهش هزینه مؤلفه نیازمند اطلاعات بیشتر برای تعریف واضح‌تر از مسئله است. روشن کردن این نکات نیاز به یک قدم دیگر در «برنامه کار» سنتی دارد که به آن «فاز قبل از اجرا» گفته می‌شود. فعالیت‌های فاز قبل از اجرا شامل برنامه‌ریزی و حل موضوعاتی که باید قبل از شروع کار گروهی VE، روشن گردند می‌باشند.

فاز قبل از اجرا شامل یکسری از قدمها برای تعریف، تحکیم و برنامه‌ریزی پروژه VE است. قدمهای فاز قبل از اجرا نیازمند پردازش اطلاعات به تریبی کاملاً وابسته به هم است. فعالیت‌های ارائه



شده در جدول ۱ به گروه VE کمک می‌نماید تا اطلاعات دریافت شده را مورد آزمایش قرار دهند و هر داده متضادی را قبل از هر اقدام برروی پروژه روشن نماید. هر فعالیت ذکر شده در جدول ۱ یک روش یا ابزار کار متناظر آن فعالیت دارد.

روش	فعالیت
سه سؤال	تعریف مسئله (یا موقعیت) و جداسازی علت از معلول
مقصد و اهداف	تثبیت اهداف که اگر حاصل شوند، مسئله حل خواهد شد.
تشریح محدوده عملکرد محصول	تعریف مشخصه‌هایی که خصوصیات محرک‌های ارزش افزون را شناسایی می‌کند.
گاوه‌های مقدس	درک موانع در حصول اهداف
گروه	تعیین تخصص‌های لازم برای کشف گزینه‌های خلاق
اطلاعات پروژه	جمع‌آوری اطلاعات با تخصص‌های مرتبط به موضوع پروژه

جدول (۱) پردازش اطلاعات

۱-۱- مسئله‌ای با حل

فرآیند قبل از اجرا با شناسایی یک مسئله یا یک موقعیتی که نیاز به بررسی دارد آغاز می‌گردد. اطمینان از اینکه مسئله تشریح شده همان مسئله اصلی است در فرآیند VE حائز اهمیت است. روش‌های بسیاری برای حل مسائل وجود دارند. در فرآیند مسئله‌ای که دارای بیشترین راه‌های حل می‌باشد به عنوان مسئله واقعی پذیرفته می‌شود. مسائل معمولاً از روی معلول‌ها یا آثاری از یک مسئله که مشکل را ایجاد کرده‌اند تعریف می‌شوند. مسائلی که این چنین بیان می‌شوند معمولاً راه حل یا معلول‌ها را بجای مسئله تشریح می‌کنند. ملاحظه می‌شود که جلوگیری از معلول‌ها یا انتخاب مسیرهایی حول مسئله اصلی، اغلب منجر به یک مسئله ریشه‌ای دیگری می‌شود که معمولاً از مسئله اصلی بزرگتر است.

۱-۲- تعریف مسئله

بقول صاحب‌نظران این رشته رسیدن به یک راه حل غلط از مسئله واقعی بهتر از رسیدن به یک راه حل صحیح از مسئله غیرواقعی است و نیز با تعریف خوب یک مسئله نصف کار انجام شده است. تعریف مسائل ریشه‌ای برای گروه‌های VE متشکل از تخصص‌های مختلف بسیار مهم است. هر فرد از این گروه نشانگر یک تخصص است که می‌تواند اطلاعات ورودی را در راستای تطبیق با تخصص خودش جهت‌دار نماید. مثلاً یک مهندس مسئله را به شکلی تعریف می‌کند که با تخصص او هماهنگی دارد همینطور هر فرد دیگری از گروه که ممکن است تخصص مالی، کیفیتی یا تولیدی و غیره داشته



باشد. نکته جالب توجه دیگر این است که مدیرانی که در تعریف مسئله یا شناسایی با ساختار مسائل ریشه‌ای مشکل دارند، اغلب مسئله خود را مرتبط با هزینه تعریف می‌کنند. آنها می‌گویند «کاهش هزینه» بزرگترین مسئله ما است و ما باید شدیداً هزینه‌ها را کاهش دهیم. در صورتی که کاهش هزینه یک مسئله نیست، یک راه‌حل برای مسئله است. اغلب مدیران می‌توانند ارتباط هزینه‌ها را با کاهش فروش، سود کمتر، کاهش سهم بازار، فشارهای رقابتی و یا شرایط تجاری دیگر مشاهده نمایند. استفاده مؤثر از VE در گروه‌این است که گروه درک واضحی از هدف داشته باشد تا بتواند در جهت بهبود ارزش‌های موجود در مسئله متمرکز شود. توجه شود که کاهش هزینه هنوز هم یک راه‌حل از مسئله است اما ممکن است بهترین راه‌حل نباشد. متخصصین ارزش قبول دارند که موفقیت محصولات و خدمات ارائه شده در بازار بستگی به این دارد که عملکردهای محصول یا خدمت همانی باشد که مشتریان مایل به کسب آن هستند و حاضرند برای آن پرداخت نمایند. این متخصصین همچنین می‌دانند که این عملکردها بسادگی قابل تشخیص نیستند. بدون آگاهی از این عملکردها و مشخصه‌هایی که مشتریان به آنها حساس هستند و فقط سرسختانه به هزینه‌ها حمله‌ور شدن می‌تواند کاهش هزینه را بدنبال داشته باشد اما همچنین می‌تواند اثر معکوس بر روی فروش نیز داشته باشد.

۱-۳- ذکر چند مثال

در یک پروژه موفقیت‌آمیز VE، کاهش هزینه منجر به کاهش هزینه واحد (قیمت) ترموکوپل در یک خط تولید شد اما نتوانست روند کاهش فروش و سهم بازار را ممکن نماید. بدنبال آن یک تحلیل دیگر در جهت کشف مسائل ریشه‌ای نشان داد که قیمت در این رابطه بی‌اثر بوده و تنها مدت تحویل یک سفارش در فروش مؤثر است. بدنبال آن تکرار پروژه VE برای کاهش مدت تحویل منجر به کاهش مدت تحویل از دو هفته به سه روز گشته و هدف بهبود فروش را حاصل نمود.

در شهر نیویورک پروژه بازسازی مدارس که برآورد شده بود در مدت بیش از ۸ سال قابل انجام است به‌عنوان یک پروژه VE در جهت کاهش زمان بازسازی موردبررسی قرار گرفت. قبل از شروع کار، گروه مسئله را برای یافتن معیارهای صرفه‌جویی در زمان موردبررسی قرار داد. وقتی مسئله بهتر تعریف شد، معلوم گردید که ۸ سال بازسازی معلول مسئله و نه خود مسئله است. آنها کشف کردند که مسئله واقعی این است که هیچ بخش یا فرد خاصی مسئولیت انجام پروژه را بصورت کامل قبول نمی‌نماید. در واقع هر بخش چون تنها قسمت کمی از این پروژه را باید انجام دهد لذا با دادن اولویت کمی نسبت به کل فعالیت‌های خود، باعث کند انجام شدن این قسمت شده و در نتیجه در کل، پروژه بازسازی در مدتی طولانی قابل انجام خواهد بود. با تعریف بهتری از مسئله توسط گروه VE و حل پروژه با هدف جدید، کاهش ۵۰ درصد زمان بازسازی حاصل شد.

۲- سه سؤال

شدیدی را بین کارفرما و گروه VE برای رسیدن به یک جواب قابل قبول ایجاد می‌کنند. سؤالات عبارتند از:

- "مسئله‌ای که باید حل شود، کدامست؟"
- "چرا ما معتقدیم که این مسئله است؟"
- "چرا شما فکر می‌کنید یک راه حل لازم است؟"
- "یا این سؤال می‌تواند بصورت دیگری نیز مطرح شود؟"
- "نتیجه حل نکردن مسئله چیست؟"

وقتی سؤال اول پرسیده می‌شود، اغلب موارد پاسخ سؤال دوم نیز حاصل می‌شود. اگر چنین شود مسئله تشریح شده یک راه حل تحمیلی، یک معلول یا اثر از مسئله‌ای دیگر و نه یک علت ریشه‌ای است. به عنوان یک مثال، از یک کارفرما سؤال شد که مایل است چه مسئله‌ای حل شود، او پاسخ داد: «هزینه، هزینه محصول (A) بسیار بالا است و باعث کاهش فروش این محصول شده است». بعد از شنیدن پاسخ به سؤال دوم «چرا ما این را یک مسئله می‌دانیم؟» که کاملاً مطابق با پاسخ به سؤال اول بود، مجدداً از کارفرما سؤال شد که چرا هزینه محصول، یک مسئله در نظر گرفته شده است درحالی‌که هیچ افزایشی در هزینه‌ها در چندسال اخیر رخ نداده است. پاسخ به این سؤال به این صورت ارائه شد. «رقبای ما قیمت خود را کاهش داده‌اند که در نتیجه کاهش فروش و سهم بازار و سود ما را بدنبال داشته است».

در بررسی مسئله و با توجه به پاسخ کارفرما به اینکه چرا کاهش هزینه مسئله است، مسئله به صورت: «کاهش فروش، ناشی از فشار کاهش قیمت رقبا» تعریف شد. با این اطلاعات جدید، کارفرما به پاسخ سه سؤال بصورت زیر راضی شد:

"مسئله‌ای که باید حل شود، کدامست؟"

رقبای ما اخیراً قیمت محصول خود را کاهش داده‌اند و در نتیجه مستقیماً با محصول ما رقابت می‌کنند.

"چرا ما معتقدیم که این مسئله است؟"

حفظ قیمت فعلی محصول باعث کاهش فروش و درآمد شده است. اگر ما با کاهش قیمت بدون کاهش هزینه تولید نسبت به رقبا عکس العمل نشان دهیم، سود کاهش می‌یابد. حفظ سود می‌تواند به طور معکوس اثر بر فروش و سهم بازار داشته باشد.

"چرا شما فکر می‌کنید که یک راه حل لازم است؟"

اگر فروش محصول و سود حاصل از آن حمایت نشود، اهداف برنامه تجاری حاصل نشده و در نتیجه رشد مؤسسه کاهش می‌یابد. با بازنگری شرایط مسئله، مسئله مجدداً به عنوان فشار رقابتی و نه کاهش هزینه تعریف شد. کاهش هزینه شرطی برای حل مسئله نیست، بلکه یک راه حل پیشنهادی برای مسئله است. کاهش هزینه معلول یک رویکرد واضح بنظر می‌رسد اما سایر رویکردها نیز ممکن است وجود داشته و بهتر هم باشند. همچنین کاهش هزینه محصول بدون حفظ مشخصه‌هایی از



محصول که مشتری نسبت به آن حساس است ممکن است یک اثر منفی در سود بگذارد. جستجو برای یافتن راه‌های که منجر به بهبود رقابت می‌شود، دامنه وسیعتری از مطالعه را باز می‌کند. به‌عنوان مثال برخی از این راه‌ها عبارت از بهبود مدل محصول، توزیع بهتر و بهبود روش‌های تحویل، افزایش گردش موجودی، کاهش زمان ساخت هستند. این راه‌ها باعث پرننگتر کردن جنبه‌ها و مشخصه‌هایی از محصول مثل عملکرد، کیفیت، خدمات و غیره می‌شوند که ارزش افزون بوده و یک اختلاف قابل توجه در قیمت رقابتی را باعث می‌شوند.

در نتیجه عملکرد VE لزوماً در جهت مقابله با کاهش قیمت رقبا نیست. بهبود جنبه‌های ارزش افزون در صورتیکه مشتریان درک کنند که این بهبود به همان اختلاف قیمت می‌آرزد، قابل دفاع بوده و قیمت بالاتر را نیز توجیه می‌نماید.

۳- مقصود و اهداف

با بیان و تعریف مجدد مسئله، دست‌اندرکاران فاز قبل از اجرا، اهداف را به نحوی انتخاب می‌کنند که اگر حاصل شوند مسئله حل خواهد شد. با توجه به مثال فوق، گروه می‌تواند عملکرد محصول و یا خدمات را در نظر بگیرد. هر مشخصه باید به تنهایی تایید شود یعنی تغییر در یک مشخصه نباید بر مشخصه دیگر اثر بگذارد. به‌عنوان مثال «هزینه واحد» و «ساعات کارگری» مشخصه‌های وابسته هستند زیرا تغییر در ساعات کارگری، هزینه واحد را تغییر می‌دهد. در اشاره به اهداف عملکردی محصول، یک مقایسه بین جنبه‌ها و مشخصه‌های محول موردنظر با محصول رقبا، گروه را به نقطه‌ضعفهای محصول رقبا و نقاط قوت محصول موردنظر واقف نمود. عبارتی گروه توانست پیشنهادیه‌ای با توجه به موارد ارزش افزون را قبولانده و موردبررسی قرار دهد.

حتی امکان اهداف کمی باید در نظر گرفته شود. وقتی که کارفرما به کار گروه VE واقف شد، باید به آنها اجازه دهد که در تعیین اهداف پروژه مشارکت نمایند. تجربه نشان داده است که اهداف تعیین شده توسط گروه VE بسیار تعیین‌کننده‌تر از اهداف تعریف شده توسط کارفرما بوده و مبارزه بیشتری را می‌طلبد.

"بهینه"، "حداکثر" یا "بهترین" عباراتی نامناسب در تعیین اهداف مسئله هستند و باید از آنها اجتناب شود. بهینه‌سازی عملکرد محصول یا حداکثر کردن نسبت سود به هزینه محصول یک هدف واضح و روشن برای گروه نیست. عباراتی چنین ایده‌آل در بیان اهداف باید به‌طور گسترده‌ای توسط اعضای گروه و کارفرما تفسیر شود. معمولاً بیان اهداف به‌طور کمی مشکل است. مشخصه‌هایی مثل «سهولت استفاده» و «رضایت مشتری» به سختی قابل اندازه‌گیری هستند اما به همان اندازه خصوصیات ارزش افزون دارای اعتبار هستند.

۴- تشریح محدوده عملکرد محصول

با تعیین مناسب اهداف، مشخصه‌های پروژه که به نحو بهتری خصوصیات کلیدی را که راز



موفقیت پروژه در بازار بوده و اهداف شرکت را نیز حمایت می‌کنند باید انتخاب شوند. این مشخصه‌ها سپس باید ارزیابی شده، رتبه‌بندی شوند و به شکل یک نمودار ستاره‌ای بصورت ترسیمی نشان داده شوند. به این طریق گروه در تشخیص اینکه کدام مشخصه کم ارزشتر را می‌تواند فدای مشخصه‌های با ارزشتر کند هدایت می‌شود. شرط لازم برای انتخاب مشخصه‌ها عبارتند از:

- تمام مشخصه‌ها باید از یکدیگر مستقل باشند. به عنوان مثال «سادگی ساخت» مستقیماً بر «هزینه واحد» اثر دارد.
- مشخصه‌ها باید مقیاس پذیر باشند.
- یعنی باید در یک دامنه‌ای از «خوب بودن» قابل تعریف باشند و نه اینکه فقط قابل قبول و یا غیرقابل قبول باشند.
- مشخصه‌ها می‌توانند برای منعکس کردن خصوصیات ارزش افزون، با یکدیگر ترکیب شوند.

مشخصه‌های انتخاب شده اولویت‌بندی شده و با روش «مقایسه دودو» درجه‌بندی می‌شوند. در درجه‌بندی مشخصه‌ها، آنها به صورت نزولی برحسب اهمیت مرتب می‌شوند. درصد درجات یا «وزن» برای هر مشخصه نشانگر اهمیت مشخصه‌هاست. جمع ارزش درجات تمام مشخصه‌ها همواره برابر ۱۰۰ است. با مشخصات وزن داده شده، گروه می‌تواند بدنبال راههائی که مشخصات کم ارزشتر را فدای مشخصات با ارزشتر می‌کند باشد. این فعالیت در خلال فاز «برنامه‌ریزی یا ارزشیابی» در برنامه کار انجام می‌شود و حداقل پنج و حداکثر هشت مشخصه برای هر پروژه توصیه می‌شود. بیش از هشت مشخصه، کار جایگزینی و مقایسه را مشکل می‌کند. کمتر از پنج مشخصه هم تفاوت زیادی در وزن بین مشخصه‌ها را باعث می‌شود که می‌تواند اهمیت انتخاب مشخصه‌ها را در گزینه‌ها کم نماید.

مطمئناً «هزینه محصول» یک مشخصه مهم در مثال ساده فوق می‌باشد اما میزان مهم بودن آن بستگی به بررسی موضوعات پروژه، سایر مشخصه‌های مرتبط با هدف و بالاخره ارتباط آنها برای حصول مزایای رقابتی که هدف اولیه است دارد. سایر مشخصه‌ها، از یک مجموعه وسیعی شامل کیفیت، عملکرد، بسته‌بندی، وزن، خدمات پس از فروش، تعمیرپذیری، سهولت استفاده و تحویل انتخاب می‌شوند.

۴-۱- مثال کاربردی

این مثال کاربردی برای نشان دادن چگونگی تشریح محدوده عملکرد محصول با استفاده از مشخصه‌ها انتخاب شده است. این مثال کاربردی در مورد یک شرکت تولیدی است که سیستم فرمان صنایع خودروسازی را تولید می‌نماید. نام شرکت و برخی اطلاعات به دلایل حفظ اسرار شرکت حذف شده‌اند. البته، اطلاعات ارائه شده کماکان یک گزارش با ارزش از مبحث تشریح عملکرد محصول می‌باشد. ۴ قدم برای تعیین مشخصه‌های لازم برای ارزیابی پیشنهادهای VE لازم است:

قدم ۱ انتخاب مشخصه‌ها

بسیار مهم است که کارفرمای پروژه نقش فعالی در انتخاب، تعریف و ارزشیابی مشخصه‌ها داشته



باشد. مشخصه‌های پیشنهاد شده در مثال کاربردی در جدول ۲ مشاهده می‌شوند.

۱. هزینه واحد
۲. قابلیت اطمینان
۳. طول عمر/ کیفیت
۴. صدا
۵. وزن
۶. بسته‌بندی
۷. معیار تصادف
۸. عملکرد هدایت
۹. سهولت نصب
۱۰. قابلیت بازسازی

جدول (۲) تعریف مشخصه‌ها

بعد از بحث بسیار، ۹ مشخصه انتخاب شده و برای مرحله بعد تعریف می‌شوند. در این جا ۹ مشخصه انتخاب شده است زیرا در «مقایسه دودو» یکی از مشخصه‌ها به امتیاز «صفر» می‌رسد و از لیست مشخصه‌های فعال حذف می‌شود.

قدم ۲ رتبه‌بندی مشخصه‌ها

فرآیند «مقایسه دودو» در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در این فرآیند، اهمیت نسبی مشخصه‌های

	B	C	D	E	F	G	H	I	تشریح	امتیاز	درصد
A	A3	A3	A1	A3	A2	A2	A3	A2	هزینه واحد	19	23
	B	C3	B2	B3	B2	G2	B3	B3	قابلیت اطمینان	13	15
		C	C3	C3	C3	G2	C3	C3	صدا	15	17
			D	D3	D2	G3	D2	I1	وزن	7	8
				E	F2	G3	E2	I2	بسته بندی	2	2
					F	G3	F1	I3	استحکام	3	3
						G	G3	G3	عملکرد	19	22
							H	I3	بازسازی	0	
								I	سهولت نصب	9	10
									کل	87	100

شکل (۱) الویت‌بندی مشخصه‌ها

مشخصات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
A هزینه واحد	۲۲۱	۲۱۴	۲۰۷	۱۹۳	۱۸۶	۱۷۹	۱۷۲	۱۶۵	۱۶۱	۱۵۴
B قابلیت اطمینان	۳۰	۲۸,۷	۲۷,۳	۲۶	۲۴,۷	۲۳,۴	۱۶,۸	۲۰,۷	۱۹,۴	۱۸,۱
C صدا	۷	۷,۲۵	۷,۵	۷,۷۵	۸	۸,۲۵	۸,۵	۸,۷۵	۹	۹,۵
D وزن	۱۱	۱۰,۶	۱۰,۲	۹,۸	۹,۴	۹	۸,۶	۸,۲	۷,۸	۷,۲
E بسته بندی	×		×		×		×			×
F معیار تصادف	۷۵	۷۷	۸۸	۹۵	۱۰۰	۱۷۵	۲۲۵	۳۰۰	۳۲۵	۳۵۰
G عملکرد	۶	۶,۳۹	۶,۷۸	۷,۷۱	۷,۵۶	۷,۹۵	۸,۳۴	۸,۳۷	۹,۱۲	۹,۵
H سهولت نصب	×				×					×

جدول ۳ درجه بندی مشخصه‌ها

انتخاب شده تعیین گشته و یک درصد یا وزن به هر یک تخصیص داده می‌شود. در فرآیند «مقایسه دودبو»، مشخصه‌ها دودبو ارزشیابی می‌شوند. در مقایسه دودبو این سؤال پرسیده می‌شود: «با شرایط موجود از پروژه کدام مهمتر است، هزینه واحد (A) یا قابلیت اطمینان/ طول عمر/ کیفیت (B)؟»

همکاران، هزینه واحد (A) را انتخاب می‌کنند. سپس این سؤال پرسیده می‌شود: «درجه اهمیت تمایز بین (A) و (B)، زیاد (۳)، متوسط (۲) و یا کم (۱) است؟»

همکاران در یک اختلاف بالا بین (A) و (B) متفق‌القول هستند. این اتفاق نظر با امتیاز A3 در اولین خانه نشان داده شده است. بعد از مقایسه هزینه واحد با سایر مشخصه‌های باقیمانده، مشخصه دوم (B) با بقیه مشخصه‌ها مقایسه می‌شود و کار به این ترتیب ادامه می‌یابد تا فرآیند مقایسه دودبو کامل شود.

امتیاز مشخصه‌ها با جمع مقدار عددی مشخصه‌ها بدست می‌آیند. توجه می‌شود که «قابلیت بازسازی» مقدار صفر می‌گیرد و حذف می‌شود. امتیازها سپس به درصد که نشان‌دهنده ارزش عددی نسبی یا وزن مشخصه‌هاست تبدیل می‌شوند. تبدیل به درصد، تخصیص ارزشهای عددی را استاندارد می‌کند.

قدم ۳ مدرج کردن مشخصه‌ها

قدم بعدی تعیین دامنه قابل قبول یا درجه خوبی هر مشخصه است. این قدم در جدول ۳ مشاهده می‌شود. در بیشتر موارد از درجات کمی استفاده می‌شود. البته درجات کیفی اگر به‌طور واضح تعریف شده و توسط همکاران در گروه VE به روشنی درک شوند نیز قابل قبول می‌باشد، توجه می‌شود که «بسته‌بندی» و «سهولت نصب» بصورت کمی مدرج نشده‌اند. بسیار مهم است که کمترین مقدار قابل قبول از یک مشخصه نیز تعیین گردد. این مقدار در زیر ستون ۱ نوشته می‌شود. این مقدار نشان‌دهنده کمترین حد قابل قبول یا «کف» مشخصه است. هر مشخصه زیر این مقدار کف قرار گیرد باعث می‌شود که کل محصول صرف‌نظر از اهمیت نسبی آن مشخصه، غیرقابل قبول شود. با انتخاب دو



نقطه اضافی برای هر مشخصه، درجات مشخصه می‌توانند توسط درون‌یابی تعیین شوند.

قدم ۴ نمایش مشخص‌ها

مشخصه‌ها به شکل یک ستاره و یا دیاگرام عنکبوتی نمایش داده می‌شوند. چون هر مشخصه به ۱۰ درجه خوبی تقسیم می‌شود و ارزش کل مشخصه‌های رتبه‌بندی شده همیشه مساوی ۱۰۰ است و کل امتیاز ممکن تشریح محدوده عملکرد محصول همیشه ۱۰۰۰ خواهد شد. شکل ۲ یک امتیاز ۲۷۵ از امتیاز محتمل ۱۰۰۰ برای «مبنا»ی پروژه که توسط همکاران فاز قبل از اجرا بدست آمده

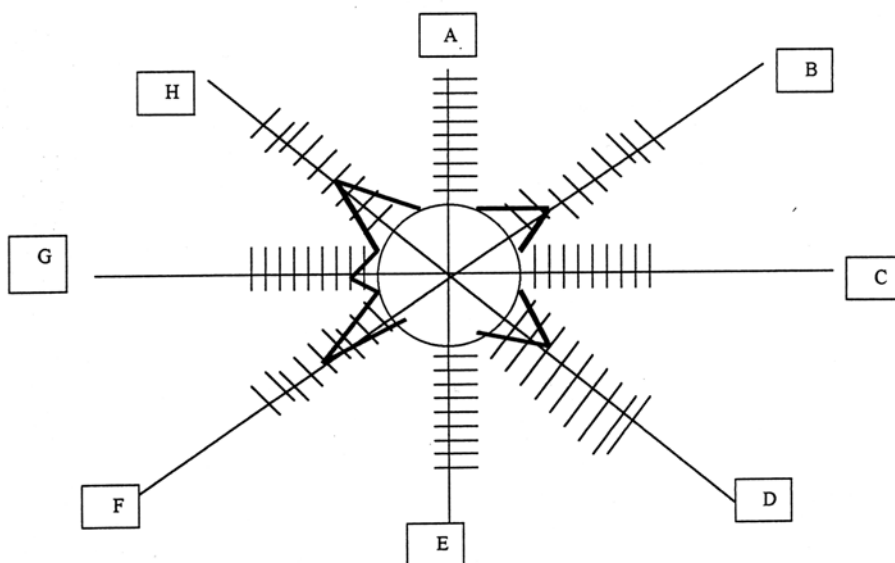
تشریح عملکرد محدوده محصول

پیشنهادیه:

امتیاز مبنا: ۲۵۷

امتیاز هدف: ۶۵۰

	مورد	A	B	C	D	E	F	G	H	کل
A	وزن	۲۳	۱۵	۱۷	۸	۲	۳	۲۲	۱۰	۱۰۰
B	امتیاز در دسترس	۲۳۰	۱۵۰	۱۷۰	۸۰	۲۰	۳۰	۲۲۰	۱۰۰	۱۰۰۰
C	مدل پایه	۲۳	۴۵	۱۷	۳۲	۲	۱۸	۸۸	۵۰	۲۷۵
D	امتیاز رقبا									
E	تفاوت									



شکل ۲-۳ مبنا



است را نشان می‌دهد. برای ساخت دیاگرام ستاره‌ای، همکاران برای مشخصه‌های مبنا امتیاز ۱ تا ۱۰ را قائل می‌شوند. این امتیاز در وزن مشخصه ضرب و در ردیفی به نام «مدل پایه» قرار می‌گیرد و سپس ستاره بر اساس آن شکل می‌گیرد.

برای هدف نیز یک امتیاز تعیین می‌شود. گروه VE سعی می‌نماید با جایگزینی مشخصه‌هایی که ارزش بیشتری دارند، مشخصه‌های کم‌ارزش‌تر را نادیده بگیرند. به‌طوریکه هیچ مشخصه‌ای زیر حداقل قابل قبول قرار نگیرد.

مطالعه ۱۵۰ پروژه نشان می‌دهد که امتیاز ۵۰۰ یا کمتر از آن برای مبنا، نیاز به بهبود ارزش را

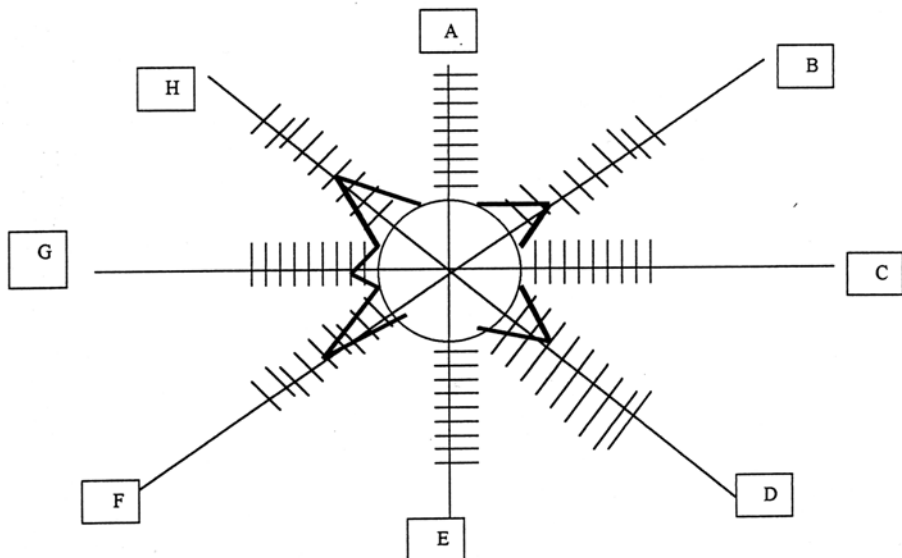
تشریح عملکرد محدوده محصول

پیشنهادیه:

امتیاز مبنا: ۲۵۷

امتیاز هدف: ۶۵۰

	مورد	A	B	C	D	E	F	G	H	کل
A	وزن	۲۳	۱۵	۱۷	۸	۲	۳	۲۲	۱۰	۱۰۰
B	امتیاز در دسترس	۲۳۰	۱۵۰	۱۷۰	۸۰	۲۰	۳۰	۲۲۰	۱۰۰	۱۰۰۰
C	مدل پایه	۲۳	۴۵	۱۷	۳۲	۲	۱۸	۸۸	۵۰	۲۷۵
D	امتیاز رقبا	۱۸۴	۱۰۵	۱۷	۳۲	۲	۳	۴۴	۵۰	۴۳۷
E	تفاوت	(۱۶۱)	(۶۰)	۰	۰	۰	۱۵	۴۴	۰	(۱۶۲)



شکل ۳- مقایسه مبنا با رقیب
مرجع دانش مهندسی ارزش ایران



تائید می‌کند. دامنه هدف برای یک پروژه با توجه به این مطالعات بین ۶۵۰ الی ۷۵۰ است. اگرچه امتیاز بالای ۱۰۰۰ از نظر ریاضی امکان‌پذیر است ولی فدا کردن مشخصه‌های کم‌ارزش برای مشخصه‌های با ارزش‌تر، تجاوز از امتیاز ۸۰۰ را غیرممکن می‌نماید. یک امتیاز بیش از ۵۰۰ برای مبنا نشانگر این است که:

الف- فرصت کمی برای بهبود وجود دارد.

ب- همکاران بسیار خوش‌بینانه مبنا را امتیاز داده‌اند.

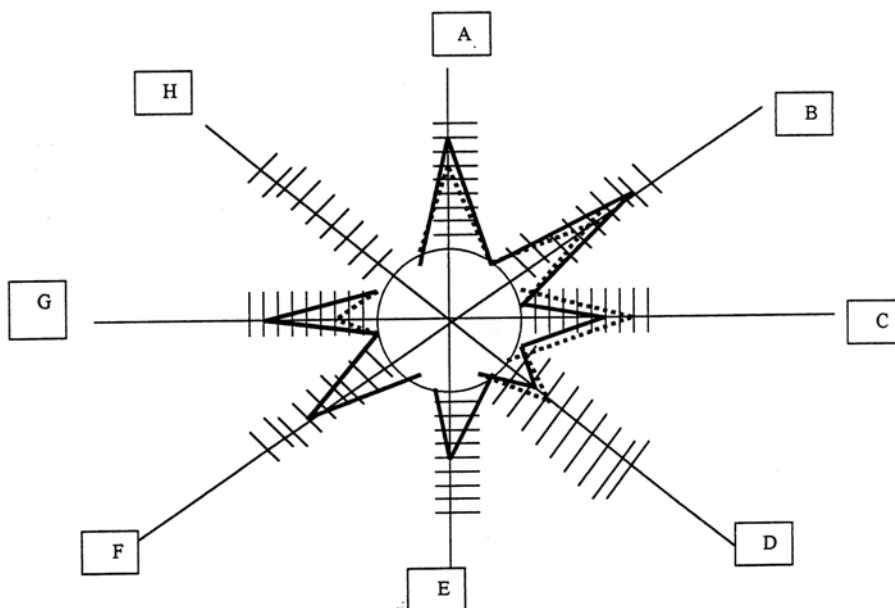
تشریح عملکرد محدوده محصول

محصول:

امتیاز مبنا: ۴۳۷

امتیاز هدف: ۷۵۱

	مورد	A	B	C	D	E	F	G	H	کل
A	وزن	۲۳	۱۵	۱۷	۸	۲	۳	۲۲	۱۰	۱۰۰
B	امتیاز در دسترس	۲۳۰	۱۵۰	۱۷۰	۸۰	۲۰	۳۰	۲۲۰	۱۰۰	۱۰۰۰
C	طرح پیشنهادی	۲۰۷	۱۲۰	۱۱۹	۲۴	۱۲	۲۱	۱۹۸	۵۰	۷۵۱
D	امتیاز رقبا	۱۸۴	۱۰۵	۱۷	۳۲	۲	۳	۴۴	۵۰	۴۳۷
E	تفاوت	۲۳	۱۵	۱۰۲	(۸)	۱۰	۱۸	۱۵۴	۰	۳۱۴



شکل ۴- مقایسه طرح پیشنهادی با رقیب



ج- مشخصه‌های نامناسب برای پروژه انتخاب شده‌اند. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود امتیاز مبنا ۲۷۵ است و هدف امتیازی برابر ۶۵۰ دارد. توجه می‌شود که اگرچه سایر مشخصه‌ها بین حدود قابل قبول می‌باشند ولی «هزینه واحد» دارای امتیازی بیش از حداقل قابل قبول است که لزوم ورود به بازار را نشان می‌دهد. یک مقایسه بین مبنا با رقیب عمده شرکت در شکل ۳ نشان داده شده است. این نشان می‌دهد که هزینه واحد مفروض رقیب بخوبی در حدود قابل قبول است. البته دو مشخصه «صدا» و «بسته‌بندی» زیر کمترین حد قابل قبول است.

در این مرحله، نه سازنده و نه رقیبش دارای محصولات قابل قبول از نظر بازار هستند، زیرا هریک دارای مشخصه‌هائی هستند که زیر حداقل امتیاز قابل قبول قرار گرفته‌اند. توجه شود که اگر حتی مشخصه تحت بررسی دارای امتیاز زیر ۱ باشد از امتیاز «(۱)» به عنوان ضریب در وزن مشخصه برای تعیین امتیاز مشخصه استفاده می‌شود. شکل ۴ نتیجه کارگاه VE را نشان می‌دهد. پیشنهادیه توصیه شده گروه VE هدف مرحله تشریح محدوده عملکرد محصول را ۱۰۱ امتیاز بیشتر می‌نماید. این امتیاز کسب شده برابر ۷۵۱ از ۱۰۰۰ امتیاز ممکن است. گروه VE یک پیشنهادیه دیگر با هزینه محصول کمتر نیز در نظر گرفت، اما امتیاز کلی آن دارای ۶۵۰ امتیاز از هدف بود. اگرچه پیشنهادیه کمترین هزینه محصول را نداشت. ولی به بهترین پیشنهادیه بر حسب امتیاز تشریح و محدوده عملکرد بشمار می‌رفت.

تشریح محدوده عملکرد محصول یک منبع مناسب برای ارائه پیشنهادیه کار گروه VE است. چون نمایندگان کارفرما نیز در مراحل انتخاب، رتبه‌بندی و درجه‌بندی مشخصه‌ها حضور داشتند، مشکل کمی در پذیرش پیشنهادیه پیش آمد. برخی از نمایندگان خواستار مقایسه سه تائی «مبنا» و «رقیب» و «طرح پیشنهادی» بودند. در این حالت که سه عامل باید همزمان نمایش داده شوند بهتر است از دیاگرام تار عنکبوتی بجای ستاره‌ای استفاده شود.

توجه می‌شود که طرح پیشنهادی وزن فیزیکی بیشتری (امتیاز کمتر) از مبنا با محصول رقیب دارد اما وزن در محدوده قابل قبول قرار دارد (مشخصه D) یک مقایسه بین طرح پیشنهادی و محصول رقیب نشان‌دهنده یک اختلاف مثبت ۳۱۴ در امتیازهای مشخصه‌هاست.

۵- گاوهای مقدس

با درک بهتری از اهداف پروژه و موضوعاتی که باید حل شوند، همکاران فاز قبل از اجرا «گاوهای مقدس» را مورد بحث قرار داده و لیستی از آنها را تهیه نمودند. گاوهای مقدس موانع موجود در مسیر حصول به اهداف پروژه هستند. گاوهای مقدس یا موانع به عنوان «یک محدودیت غیرعملکردی، محدودت مشاهده شده یا مفروض» تعریف می‌شوند. نکته کلیدی در این تعریف «مشاهده کردن است». اگر همکاران باور دارند که یک محدودیت وجود دارد، آن را بصورت یک حقیقت در نظر گیرند. نکته مهم دیگر «غیر عملکردی» بودن آن است. گاوهای مقدس یا موانع مستقیماً به



احتیاجات اجرائی مربوط نمی‌شوند. بیشتر گاوهای مقدس از رسومات، سیاستها یا دستورالعملها نشأت می‌گیرند. با بحث کردن و لیست نمودن گاوهای مقدس توسط صاحب‌نظران، نهایتاً آنها در پروژه پذیرفته شده و یا رد می‌شوند. آن گاوهای مقدسی که باقی می‌مانند برای ارزشیابی مجدد راه‌حل‌ها کنار گذاشته می‌شوند. چنانچه یک گاو مقدس با یک راه‌حل پیشنهادی در تضاد باشد، گروه منشا آن گاو مقدس را تعیین کرده و راههای مقابله با آن مانع یا محدودیت را مطالعه می‌نماید. گاوهای مقدس یک محدودیت را بیان می‌کنند و مانع وقوع شرط ناخواسته‌ای می‌شوند که البته آن شرط بندرت تشریح می‌شود. برای تعیین منشأ گاو مقدس این سؤال باید مطرح شود: "چه مسئله یا شرط ناخواسته‌ای با پذیرفتن این محدودیت اجتناب می‌شود؟" بعد از تعیین پاسخ به سؤال فوق پرسش زیر باید مطرح شود: "آیا راه بهتری است؟"

برخی مثالهای گاوهای مقدس که از مطالعات VE استخراج شده‌اند بشرح زیرند:
 "محصولات باید به نحوی طراحی شوند که با ظروف استاندارد مطابقت داشته باشند" (I)
 "فولاد تنها ماده قابل قبول است" (I)(E)
 "صفحات چایی را می‌توان فقط از این شرکت خریداری کرد" (I)
 "رضایت مدیر مهمتر از رضایت مشتریان است". (I)

(I) اشاره به گاو مقدس داخلی و (E) اشاره به گاو مقدس خارجی می‌کند و بیشتر لیست‌های تهیه شده از این موانع نشان می‌دهند که عمده محدودیت‌ها بصورت داخلی تولید شده‌اند عبارتی ناشی از منابع خارجی نیستند.

۶- گروه

در این مرحله از فرآیند قبل از اجرا، همکاران باید نسبت به تعداد افراد در گروه و تخصص‌های موردنیاز برای حل موضوعات در پروژه به یک جمع‌بندی برسند. معمولاً گروههای VE چند تخصص نیاز دارند. البته این سؤال همواره مطرح است که چرا تخصص‌های مختلفی لازم است. چندسال قبل یک تحلیل‌گر یک مطالعه مهندسی ارزش را در یک صنعت شیمیائی انجام داد. گروه و شامل هشت مهندس شیمی بود. با توجه به ساختار گروه، عجیب بنظر نمی‌رسد که تمام راه‌حل‌های بدست آمده صرفاً راه‌حل‌های شیمیایی باشند. دلیل اینکه بیشتر گروه‌ها از افرادی با تخصص‌های یکسان تشکیل می‌شوند. این است که علائق مشترک معمولاً با هم بهتر می‌توانند کار کنند. اعضای تیم در این حالت می‌توانند بسادگی با هم ارتباط برقرار کنند. البته یک تیم همگن از اثری که تصمیماتش بر سایر زمینه‌های یک سازمان می‌گذارد بی‌خبر است. متأسفانه تیم همگن یا دارای یک تخصص خاص، اغلب مسائل متعددی را با راه‌حل ارائه شده خود ایجاد می‌کند.



۶-۱- همکاران

سه سؤالی که مشخص می‌کند چه تخصص‌هایی باید در یک گروه وجود داشته باشند عبارتند از:

- مسئله متعلق به کیست؟
- چه کسی مسئول حل مسئله است؟
- چه کسی تحت تاثیر راه‌حل قرار می‌گیرد؟

با پاسخ به سؤال اول، شخص یا واحدی که بیشتر متاثر از مسئله است مشخص می‌شود که باید به گروه وارد شود. این انتخاب مطمئن می‌سازد که به مسئله و نه صرفاً به آثار آن به نحو درستی توجه می‌شود. پاسخ به سؤال دوم در صورتیکه مسئله به نحو صحیحی تعریف شده باشد، آسانتر می‌شود. تعریف مسئله ذاتاً نشان می‌دهد که چه تخصصی باید برای حل مسئله درگیر باشد. این تخصص‌ها همچنین مسئول اجرای راه‌حل‌های پیشنهادی نیز هستند. اگر مسئله بصورت یک مسئله مدیریتی تعریف شود در این صورت مدیران باید به گروه وارد شوند. اگر مسئله فنی باشد در اینصورت کادر فنی باید در کار درگیر شوند. سؤال سوم از این نظر که بیشتر مطمئن می‌سازد که خود مسئله و نه آثار آن مورد توجه قرار گرفته است مهم است. در نظر گرفتن زمینه‌هایی که بالقوه تحت‌تاثیر راه‌حل پیشنهادی قرار می‌گیرند نیز مطمئن می‌سازد که حل مسئله منجر به ایجاد مسائل بزرگتری در سایر قسمت‌ها نمی‌شود. با توجه به مثال اول در مورد محصول A، دو زیر گروه مسئله را مورد بررسی قرار دادند. یک گروه کاهش هزینه را مورد توجه قرار داد و گروه دوم بر روی بهبود مشخصه‌های ارزش افزون متمرکز شده‌این دو زیر گروه با هم تماس گرفته و همزمان به صورت یک تیم در فاز برنامه‌ریزی یک پیشنهادیه مشترکی را ارائه نمودند. برخی تخصص‌هایی که بصورت گروه‌ها می‌توانند کار کنند شامل بازاریابی، مهندسی ساخت، طراحی (الکتریکی، مکانیکی، سیستم‌ها و غیره) طراحی صنعتی، برآورد هزینه‌ها، کیفیت، تدارکات، مالی (یا حسابداری) هستند. همچنین با توجه به ساختار کار، باید از یک مشتری یا توزیع‌کننده استفاده نمود. این شخص درگیر مباحث در موضوعات پروژه می‌شود اما چون تمایل زیادی به این نوع مطالعات ندارد اثر منفی نخواهد داشت. این افراد از سایر پروژه‌ها، قسمت‌ها، شرکت‌ها یا صنایع مختلف نیز ممکن است دعوت شوند.

تعداد اعضای گروه از ۵ تا ۸ نفر است. اینها افراد تمام وقت گروه یا هسته اصلی را تشکیل می‌دهند. افراد دیگر می‌توانند در صورت لزوم به‌طور نیمه‌وقت به گروه اضافه شوند. هسته گروه باید کوچک و مرتبط به پروژه باشد. در مثال کاربردی سیستم فرمان، ۴ گروه مشغول بودند که هر یک مسئول یک زیرسیستم اصلی محصول بود. گروه‌های بصورت دوره‌ای جلساتی داشتند تا مطمئن شوند که اهداف زیر گروه‌ها اثری بر فعالیت سایر زیر گروه‌ها نمی‌گذارد.

۲- اطلاعات پروژه

اطلاعات جمع‌آوری شده توسط همکاران گروه(ها) در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می‌شود و در شروع روز اول کار،گاه VE این اطلاعات باید بررسی شوند.



۸- نتیجه‌گیری

از تخصص مهندسی ارزش و ایجاد برنامه کار سالهاست که استفاده می‌شود. VE بدنبال یافتن فرصتهای جدید در بازار است. امروزه تولیدکنندگان به دنبال بهبود ارزش‌ها هستند. اطلاعات نقش مهمی را در پروژه‌های VE ایفا می‌کند. فشارهای ناشی از محیط بیرونی نباید گروه VE را ملزم به یافتن راه‌حل‌های سریع نماید. این گروه باید در زمان مناسب اطلاعات لازم را جمع‌آوری نموده و با تعریف صحیحی از مسئله، آن را حل نمایند.

منابع و مراجع:

1. Marks, Peter, "Defining Great Products", Design Insight, 1991.
2. Kaufman, J. Jerry, "Value Management A Methodology, Not A Tool", Value World, Vol.15, No.1, 1992, P.13-17.
3. Kaufman, J. Jerry & Carter, Jimmie L., "Evaluating Brainstorming Ideas", SAVE Proceedings 1994, Vol.XIX, P 186-194.
4. Kaufman, J. Jerry, (1985), Value Engineering For The Practitioner, North Carolina State University, Raleigh, NC.