

را شناسایی کرده و ارزش هر عملکرد را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. از آنجا که محدودیت منابع امکان دستیابی به تمام نیازهای مشتری را غیرممکن می سازد، مهندسی ارزش نیازهایی که برای مشتری ارزش بیشتری داشته را شناسایی کرده و بهترین راه برای دستیابی به آنها مشخص می کند [۱]. منشاء پیدایش مهندسی ارزش نیز به همین موضوع و به جنگ جهانی دوم باز می گردد. در آن زمان، کمبود منابع اولیه منجر به توسعه راه حل های متعدد شد، به طوری که بعضی مواد جایگزین، منجر به کاهش هزینه ها و حتی بهبود عملکرد گردید. در این زمان لاورنس میلز در بسط و توسعه روش مهندسی ارزش نقش بسزایی ایفا نمود. فرآیند مهندسی ارزش نیاز به مراحل مختلفی داشته که در اینجا به اهم مراحل آن که در ارائه روش VEQFD به کار می رود، پرداخته می شود.

۲-۱- روش تحلیل عملکرد سیستم

روش تحلیل عملکرد سیستم (FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIQUE=FAST) یک روش نموداری است که به صورت متوالی و منطقی تمامی عملکردهای محصول را شناسایی و ارتباط، وابستگی و اولویت های مربوطه را نشان می دهد [۲]. توسط این روش عملکردهای اصلی و فرعی محصول شناسایی می شوند. روش کار بدین صورت است که ابتدا عملکردهای مشخص شده در یک ستون قرار داده می شوند، سپس برای هر عملکرد دو سوال مطرح می گردد:

۱- چرا این عملکرد لازم است؟

۲- چگونه این عملکرد انجام می پذیرد؟

پاسخ سوال اول در سمت چپ قرار داده شده و پاسخ سوال دوم در سمت راست قرار می گیرد. برای همه عملکردها، فرآیند فوق انجام می گیرد. در انتها عملکردهای سمت چپ، عملکردهای اصلی بوده و سایر عملکردها، عملکردهای فرعی هستند.

۲-۲- نمودار رتبه بندی عملکردها

نمودار رتبه بندی عملکردها، یک برآورد عددی از سطح اهمیت مربوط به هر عملکرد است. در این نمودار، تمام ترکیبات دو به دو عملکردها مورد مقایسه قرار گرفته و رتبه

تلفیقی جدید برای طراحی محصول

غلامعلی رئیسی اردلی

raissi@cc.iut.ac.ir

حسن خاکیباز

khakbaz@in.iut.ac.ir

عباس صالحی

salehi@in.iut.ac.ir

چکیده

مهندسی ارزش (VALUE ENGINEERING=VE) و گسترش عملکرد کیفیت (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT=QFD) دو ابزار مهم برای طراحی محصول هستند. مهندسی ارزش به افزایش ارزش محصول از دید مشتری توسط بهینه سازی هزینه های طراحی پرداخته و گسترش عملکرد کیفیت به برقراری ارتباط بین نیازهای مشتری و خواسته های مهندسی می پردازد. به طور کلی گسترش عملکرد کیفیت تضمین می کند که «محصول مناسب» طراحی شده است و مهندسی ارزش تضمین می کند که «طراحی محصول مناسب» به بهترین نحو صورت پذیرفته است. بنابراین مفاهیم مشترک موجود در این دو روش، تلفیق آنها را میسر می سازد. در این مقاله، با تلفیق این دو روش که روش VEQFD نامگذاری شده، هزینه های مربوط به عملکردهای محصول و نیازهای مشتری و نیز هزینه های مربوط به خواسته های مهندسی مشخص می شود. به طور کلی هدف این روش، تأمین نیازهای مشتری و نیز تخصیص بهینه منابع به صورتی مناسب بوده به طوری که ارزش مورد نظر مشتری افزایش یافته و هزینه های تولید محصول کاهش یابد تا از این طریق افزایش سودآوری حاصل شود.

۱- مقدمه

امروزه مهمترین جنبه طراحی محصول، طراحی بر اساس نیازها و خواسته های مشتریان است. بنابراین، طراحی محصول طبق انتظارات مشتریان نیاز به طرح و برنامه مشخصی دارد به طوری که محصول تولید شده دارای قابلیت های مورد نظر بوده و دارای قیمتی برابر و یا کمتر از محصولات تولیدی به وسیله رقبا باشد. به منظور رسیدن به این هدف، تلفیق ابزارهای طراحی همچون مهندسی ارزش و گسترش عملکرد کیفیت لازم و ضروری است.

گسترش عملکرد کیفیت با استفاده از یک شیوه گرافیکی موسوم به «خانه کیفیت»، نیازهای مشتری را شناسایی کرده و آنها را با خواسته های مهندسی مرتبط می سازد تا طراحی براساس نیازهای مشتری صورت گرفته و نیاز به تغییر در طرح محصول کاهش یابد. از طرف دیگر مهندسی ارزش تخصیص بهینه منابع را طبق سطح اهمیت عملکردهای محصول انجام می دهد. به طور کلی گسترش عملکرد کیفیت تضمین می کند که «محصول مناسب» طراحی شده است و مهندسی ارزش

تضمین می کند که «طراحی محصول مناسب» به بهترین نحو صورت پذیرفته است.

در این مقاله با تلفیق دو روش فوق که VEQFD نامیده شده، هزینه های بهینه برای هر خواسته مهندسی تعیین می گردد و همچنین میزان هزینه مربوط به عملکردهای محصول و نیازهای مشتری مشخص می شود. به طور کلی، روش مزبور یک ابزار پشتیبانی کننده از تصمیم گیری در فرآیند طراحی محصول بوده که از این طریق افزایش ارزش محصولات را فراهم می آورد.

در ادامه مقاله و در بخش دوم به معرفی مهندسی ارزش پرداخته و در بخش سوم روش گسترش عملکرد کیفیت معرفی می شود. بخش چهارم مهمترین قسمت مقاله بوده که در آن، روش تلفیقی VEQFD مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. بخش پنجم نیز به نتیجه گیری از مقاله اختصاص دارد.

۲- مهندسی ارزش

مهندسی ارزش مجموعه تکنیک ها و روشهایی است که با نگرش سیستمی، عملکردهای اصلی و فرعی یک محصول

اخذ شده، پاره ای از آنها دارای اهمیتی بیشتر خواهند بود. بنابراین با استفاده از درجه بندی های مختلف مانند « ۱ تا ۵ » اهمیت آنها مشخص و نتایج حاصل از این اولویت بندی در ستون اهمیت نیازهای مشتری (شکل ۱) استفاده می شود.

۳-۳- تعیین خواسته های مهندسی

پس از تعیین نیازهای مشتری، باید خواسته های مهندسی که به نحوی با نیازهای مشتری مرتبط هستند، مشخص شود. این کار توسط بخش مهندسی صورت می گیرد. لازم است تمامی خواسته های مهندسی محصول به طور واضح و شفاف بیان شده و حداقل با یکی از نیازهای مشتریان ارتباط داشته باشند. نتایج این مرحله در قسمت بالای ماتریس خانه کیفیت وارد می شود. همچنین میزان ارتباط خواسته های مهندسی با یکدیگر توسط ماتریس همبستگی که در سقف خانه کیفیت وجود دارد، بررسی می گردد (شکل ۱).

۳-۴- ماتریس ارتباطات

میزان تأثیر هر یک از خواسته های مهندسی در نیازهای مشتری، با ماتریس ارتباطات مشخص و ارائه می شود. در منابع مختلف، میزان ارتباط هر یک از نیازهای مشتری با خواسته های مهندسی با اعداد و یا اشکال مختلف نشان داده می شود. به عنوان مثال می توان از عدد ۹ برای رابطه قوی، از عدد ۳ برای رابطه متوسط و از عدد ۱ برای رابطه ضعیف استفاده نمود. نتایج این مرحله در ماتریس ارتباطات (شکل ۱) نمود پیدا می کند و پس از پایان این مرحله، اهمیت مربوط به نیازهای مشتری و نیز خواسته های مهندسی تعیین می شود.

۴- تلفیق مهندسی ارزش و گسترش عملکرد کیفیت

با توجه به ابزارهای مهندسی ارزش و گسترش عملکرد کیفیت و آنچه تاکنون بیان شد، نقاط مشترک زیر در بین دو روش وجود دارد که کار تلفیق آنها را ساده تر می سازد [۱۰]:

۱- در هر دو روش تعریف، محصول اهمیت بسزایی دارد.

شود. بدین ترتیب هزینه هر عملکرد برآورد می شود.

۳- گسترش عملکرد کیفیت

گسترش عملکرد کیفیت یک ابزار طراحی است که طی آن نیازهای مشتریان به خواسته های مهندسی تبدیل می شود. مینا و ساختار ماتریسی گسترش عملکرد کیفیت به جدول کیفیت برمی گردد که برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ در صنایع کشتی سازی کوبه توسط پرفسور بوجی آکانوبه منظور طراحی تانکرهای کشتی مورد استفاده قرار گرفت. با وجود تفاوت هایی که در روش های مختلف گسترش عملکرد کیفیت وجود دارد، منطبق و فلسفه همه آنها یکی بوده و پایه و اساس آنها، ماتریسی موسوم به خانه کیفیت است. شکل ۱، نمونه ساده ای از ماتریس خانه کیفیت را به همراه قسمتهای مربوطه نشان می دهد [۴]. در اینجا اهم مراحل گسترش عملکرد کیفیت که در ارائه روش VEQFD به کار می رود، توضیح داده می شود.

۳-۱- جدول ندای مشتری

جدول ندای مشتری، ابزاری مفید جهت ایجاد درکی عمیق از خواسته ها و انتظارات مشتریان در ارتباط با محصول است [۴]. این جدول شامل موارد زیر است:

۱- مشخصات مشتری: که به ماهیت محصول مورد بررسی شامل مشخصاتی از قبیل سن، قد، سطح تحصیلات و ... توجه می کند.

۲- ندای مشتری: خواسته ها و نیازهای مشتری به صورت دقیق در این قسمت ثبت می شود.

۳- نحوه استفاده: کاربرد مورد نظر، زمان استفاده محصول، محل استفاده محصول، علت انتخاب و چگونگی استفاده در این قسمت درج می شود.

به طور کلی جدول ندای مشتری به منظور تعیین نیازهای بیان شده از سوی مشتری بکار می رود و نتایج حاصل از آن در ستون مربوط به نیازهای مشتری (شکل ۱) استفاده می گردد.

۳-۲- اولویت بندی نیازهای مشتری

بدون شک، میزان اهمیت نیازهای مشتری با یکدیگر برابر نیستند و با توجه به نظرات

هر یک از عملکردها مشخص می شود. در مقایسه دو به دو عملکردها، در صورتی که:

۱- تفاوت جزئی در اهمیت وجود داشته باشد.

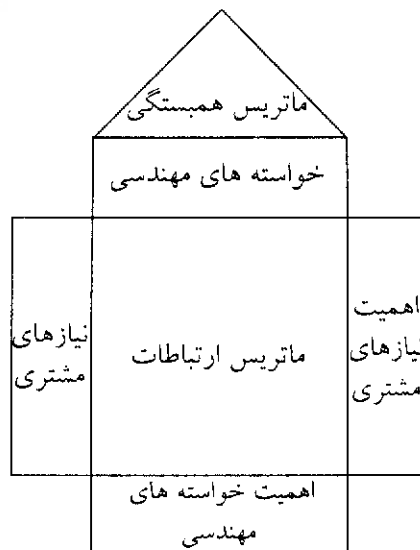
۲- تفاوت متوسط در اهمیت وجود داشته باشد.

۳- تفاوت عمده در اهمیت وجود داشته باشد.

به ترتیب وزنه های ۱، ۲ و ۳ در نظر گرفته می شود. سپس مجموع همه وزنه ها برای یک عملکرد بدست آمده و در ستون «مجموع» که مربوط به هر عملکرد می باشد، نوشته می شود. بدین ترتیب اهمیت هر یک از عملکردها تعیین می شود.

۳-۲- تحلیل هزینه عملکرد

بعد از تعیین عملکردها و رتبه بندی آنها، مرحله بعدی تعیین هزینه مرتبط با هر یک از عملکردها است. تعیین هزینه برای هر عملکرد، بخشهای هزینه بر را مشخص می سازد. با ایجاد «ماتریس هزینه عملکرد»، امکان مشخص شدن عملکردهای با هزینه بالا و موارد غیر معمول هزینه وجود دارد [۲]. هدف عمده این ماتریس، تعیین اجزای هزینه بر که مرتبط با عملکردهای مشخص شده هستند، بوده به طوری که هر جزء ممکن است با یک یا چند عملکرد محصول مربوط



شکل ۱- نمونه ای ساده از ماتریس خانه کیفیت

۲- هردو روش بر پایه « عملکرد » قرار دارند.

۳- هردو روش نیاز به یک تیم با تخصصهای مختلف دارند.

۴- هردو روش بر روی اقلیت مهم (نسبت به اکثریت غیرمهم) تمرکز دارند (قانون پارتو).

۵- هردو روش بر روی مشتری تمرکز دارند. بنابراین تلفیق این دو روش به کامل تر شدن هر دو روش کمک می کند. شکل ۲ ساختار تلفیقی VEQFD و شکل ۳ ماتریس مربوطه را نشان می دهد. بر این اساس، مراحل مختلف روش ارائه شده توضیح داده می شود.

۴-۱ - عملکردهای محصول و نیازهای مشتری

عملکرد، کاری است که موجب برآورده شدن نیازی می شود. عملکرد در واقع نتیجه نهایی مورد نظر مشتری است. مشتری به دنبال این است که محصول خریداری شده بتواند با قابلیت اطمینان زیاد و بازدهی مناسب عملکرد مورد نظر وی را تأمین نماید [۲]. به طور کلی نیازهای مشتری به دو دسته نیازهای تصریحی (نیازهایی که مشتری به صورت مستقیم بیان می گردد) و نیازهای تلویحی (نیازهایی که به صورت مستقیم از جانب مشتری بیان نمی شود، اما بایستی در محصول وجود داشته باشد) تقسیم می شود. با استفاده از روش تحلیل عملکرد سیستم، نیازهای تلویحی مشتری و با استفاده از جدول ندای مشتری نیازهای تصریحی مشتری مشخص می گردد. بنابراین هنگامی که دو روش مهندسی ارزش و گسترش عملکرد کیفیت با یکدیگر تلفیق می شوند، تمام عملکردهای محصول و نیازهای مشتری بدست آمده و هیچ عملکرد ضروری نادیده گرفته نمی شود. توجه به این نکته ضروری است که عملکردها ممکن است دربرگیرنده یک یا چند نیاز مشتری باشند. نتایج حاصل از این مرحله در دو ستون سمت چپ ماتریس VEQFD (شکل ۳) بیان می شود.

۴-۲ - اهمیت مربوط به عملکردهای محصول و نیازهای مشتری

با توجه به نمودار رتبه بندی عملکردها در روش مهندسی ارزش، اهمیت مربوط به هر

یک از عملکردها مشخص می شود. حال با توجه به اهمیت بدست آمده برای هر عملکرد و با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از مشتریان توسط جدول ندای مشتری، اهمیت مربوط به هر یک از نیازهای مشتری مشخص می شود. نتایج حاصل از این مرحله در دو ستون بعدی ماتریس VEQFD (شکل ۳) درج می شود.

۴-۳ - خواسته های مهندسی

در این مرحله، خواسته های مهندسی، همانند آنچه در روش گسترش عملکرد کیفیت بیان شد، مشخص می شود. هر خواسته مهندسی باید حداقل با یکی از نیازهای مشتری ارتباط داشته باشد. نتیجه این مرحله در قسمت بالای ماتریس VEQFD وارد می شود. همچنین میزان ارتباط خواسته های مهندسی با یکدیگر، توسط ماتریس همبستگی بررسی می شود (شکل ۳).

۴-۴ - تعیین ارتباطات بین خواسته های مهندسی و نیازهای مشتری
همانطوری که در روش گسترش عملکرد کیفیت بیان شد، باید میزان تأثیر هر یک از خواسته های مهندسی را در نیازهای مشتری، مشخص کنیم. در روش تلفیقی VEQFD نیز این کار صورت می پذیرد و نتایج مربوطه در ماتریس ارتباطات (شکل ۳) نمود پیدا می کند.

۴-۵ - هزینه مربوط به عملکردهای محصول و نیازهای مشتری

با توجه به تحلیل هزینه عملکرد و ماتریس مربوطه در روش مهندسی ارزش (VE)، هزینه مربوط به عملکردها بدست می آید. حال با توجه به هزینه عملکردها و نیز اهمیت نیازهای مرتبط با هر عملکرد، هزینه مربوط به نیازها بدست می آید. نتایج حاصل از این مرحله در ستون سمت راست ماتریس



شکل ۲- ساختار تلفیقی VEQFS

هوشیار، QFD رویکردی مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول، انتشارات آتنا، ۱۳۸۰.

۵- اکبر عبادی کلهر، مهندسی ارزش، مجله روش، سال ۷، شماره ۴۵، صفحات ۱۸-۱۲، ۱۳۷۷.

6- W.H. Fang, J.H. Rogerson, "Value engineering for managing the design process", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 16, No. 1, pp. 42 - 55, 1999.

7- Biren Prasad, "Synthesis of market research data through a combined effort of QFD, value engineering", Qualitative Market Research, Vol. 1, No. 3, pp. 156-172, 1998.

8- Fabio Luis Ramos da Silva, Katia Lucchesi Cavalca, Franco Giuseppe Dedini, "Combined application of QFD and VE tools in the product design process", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 21, No. 2, pp. 231-252, 2004.

9- Jim Dimsey, Hayes Brake, "QFD to Direct Value Engineering in the Design of a Braking System", 14th Symposium on QFD, 2002.

10- Roger, Syverson, "QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT AND VALUE ANALYSIS THE MOST POWERFUL PRODUCT/SERVICE DEVELOPMENT TECHNIQUES AVAILABLE TODAY", International Conference of the Society of American Value Engineers (SAVE), 1992

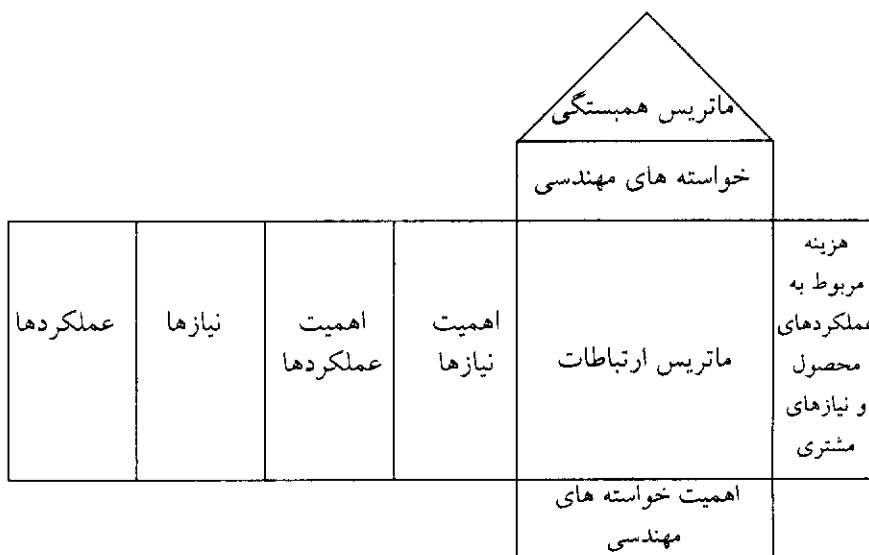
11- Gandhinathan, R; Raviswaran, N; Suthakar, M, "QFD- and VE-enabled target costing: a fuzzy approach", International Journal of Quality & Reliability Management; Vol. 21, No. 9, 2004

12- G. Blumstein, "Fast Diagramming: A Technique to Facilitate Design Alternatives," save International Conference Proceedings, 1996

13- Th. Fowler, "Value Analysis in Design", Van Nostrand Reinhold, NY, 1990.

14- Green, Stuart, "The essentials of value engineering", Facilities, Vol. 8, No. 10, 1990

- غلامعلی رئیسی: استادیار دانشکده صنایع و سیستمها، دانشگاه صنعتی اصفهان
- حسن خاکباز: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان
- عبدالله صالحی: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سیستمهای اقتصادی - اجتماعی دانشگاه صنعتی اصفهان



شکل ۳- ماتریس VEQFD

مختلفی بوده که روش تلفیقی VEQFD پاسخ مناسبی برای این سوال بدست می دهد. در روش VEQFD ابتدا عملکردهای محصول و نیازهای مشتری شناسایی شده و سپس اهمیت مربوط به آنها مشخص می شود. در مرحله بعد با استفاده از گروههای کاری که دارای تخصصهای مختلف در زمینه محصول هستند، خواسته های مهندسی مرتبط با عملکردهای محصول و نیازهای مشتری تعیین می شود. سپس ارتباط بین خواسته های مهندسی و نیازها بررسی شده و در مرحله آخر هزینه های مربوط به عملکردهای محصول و نیازهای مشتری و نیز هزینه مربوط به خواسته های مهندسی بدست می آید. به طور کلی هدف روش VEQFD، تأمین نیازهای مشتری و نیز تخصیص بهینه منابع به صورتی مناسب بوده، به طوری که ارزش مورد نظر مشتری افزایش یافته و هزینه های تولید محصول کاهش یابد تا از این طریق افزایش سودآوری حاصل شود. □

منابع و مراجع

- ۱- محمدرضا آراستی، حسین ذوالقدر، مقدمه‌ای بر مهندسی ارزش، هفتمین همایش دانشجویی مهندسی صنایع، ۱۳۷۹.
- ۲- محمد سعید جبل عاملی، علیرضا میرمحمد صادقی، روش بکارگیری مهندسی ارزش، انتشارات فرات، ۱۳۸۰.
- ۳- محمد سعید جبل عاملی، علیرضا میرمحمد صادقی، مهندسی ارزش معرفی سوء تعبیرها روابط متقابل در قراردادهای، انتشارات فرات، ۱۳۸۰.
- ۴- کامران رضایی، حمیدرضا حسینی آشتیانی، محمد

VEQFD (شکل ۳) درج می گردد.

۴- ۶- هزینه مربوط به خواسته های مهندسی

آخرین مرحله از روش تلفیقی VEQFD تعیین هزینه های هر یک از خواسته های مهندسی است. این کار توسط هزینه های مربوط به نیازها و روابط موجود بین نیازها و خواسته های مهندسی (ماتریس ارتباطات) صورت می پذیرد. نتایج این مرحله در قسمت پایین ماتریس VEQFD (شکل ۳) ثبت می شود. لازم به ذکر است که خروجی این مرحله، نتیجه اصلی روش تلفیقی VEQFD است. زیرا با توجه به هزینه های بدست آمده برای هر یک از خواسته های مهندسی، نسبت به تخصیص منابع و سرمایه گذاری مربوطه، تصمیم گیری می شود.

۵- نتیجه گیری

با توجه به نقاط مشترک بسیاری که بین دو روش مهندسی ارزش و گسترش عملکرد کیفیت وجود دارد، تلفیق آنها باعث کامل شدن هر دو روش می گردد. از طرف دیگر، مهمترین سوالی که در زمان طراحی یک محصول مناسب مطرح می شود اینست که: - بهترین راه برای تخصیص منابع جهت حداکثر کردن رضایت مشتریان چیست؟ پاسخ به این سوال دارای جنبه های