بررسی کاربرد ترکیبی QFD و VA در طراحی محصول برای دستیابی به موقعیت رقابتی برتر
(مطالعه موردی: شرکت سایپا)

دکتر حسن فارسیجانی
استادیار دانشگاه شهید بهشتی

سمیه کشاورز دستک (نویسنده مسئول)
کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه شهید بهشتی
So.Keshavarz@yahoo.com

چکیده

شرکت های موفق دراقتصاد رقابتی امروز،آنهایی هستند که قادرند به طور کارا طراحی کنند، توسعه دهند و محصولاتی را تولید نمایند که به وسیله مشتریان نسبت به رقبایشان ترجیح داده شوند.این ایده بیان می کند که نیاز به ارائه طراحی هایی است که نیازهای مشتری را تامین کرده و طراحی ها قابلیت تولید با هزینه و کیفیت رقابتی راداشته باشند. شرکت سایپا نیز به عنوان یکی از بزرگ ترین خودروسازان ایرانی، می بایستی همراه با صنعت کشور در مسیر رقابتی شدن تولیدات به تلاش و تکاپو بپردازد و از طریق بهبود طراحی خودروهای تولیدی خود، به موقعیت رقابتی برتر دستیابد. لذا به منظور رسیدن به اهداف ذکر شده،دراین پژوهش ازادغام ابزارهای گسترش عملکرد کیفیت(QFD)وتحلیل ارزش(VA) استفاده می شود. بنابراین هدف اصلی چگونگی استفاده توام از ابزارهای QFD و VA به صورت نظری و موردی است که خودرو پراید از بین تولیدات سایپا به علت مشکلات کیفیتی که دارا می باشد، انتخاب شده و فرایند ترکیبی QFDVA برای طراحی نمای خارجی خودرو پراید اجرا گردیده است. سرانجام در پایان تحقیق به تحلیل یک فرضیه اصلی و سه فرضیه فرعی مطرح شده در تحقیق پرداخته می شود که بدین منظور از توزیع پرسشنامه بین گروه نمونه و انجام تحلیل های آماری با نرم افزار SPSS بهره گرفته شده است. با بکارگیری ابزار ترکیبی QFDVA، یکی از مشکلات اجرایی تکنیک QFD که عدم شناسایی کلیه نیازهای مشتری می باشد، با ادغام با تکنیک VA برطرف گردیده و همچنین می توان از طریق این ابزار، ارزش بهینه مشخصه های طراحی محصول را محاسبه و درباره تخصیص بهینه منابع به کارکردهای شناسایی شده و انجام سرمایه گذاری مربوطه اقدام نمود.

کلید واژه:

گسترش عملکرد کیفیت ، مهندسی ارزش، تحلیل ارزش، ابزار ترکیبی QFDVA

مقدمه

در سال های اخیرتغییر بستر اقتصادی وحرکت به سمت عرضه کالا وخدمات به شکل رقابتی ،موجب توسعه فضای مشتری گرایی در سازمان ها گردیده و از طرف دیگر سازمان ها برای باقی ماندن در عرصه رقابت و نیز حفظ حیات خود بویژه درعصرکنونی، لازم است تا بطور مستمر برای مشتریان خودارزش آفرینی کنند و این امر میسرنمی شود مگرآنکه کارکردهای کم ارزش محصول مورد شناسایی قرار بگیرند.

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 برابرو یاکمترازمحصولات تولیدی به وسیله رقبا باشد. به منظور رسیدن به این هدف، تلفیق ابزارهای طراحی همچون تحلیل ارزش وگسترش عملکرد کیفیت لازم وضروری است.گسترش عملکردکیفیت بااستفاده ازیک شیوه گرافیکی موسوم به"خانه کیفیت"[۱]، نیازهای مشتری راشناسایی کرده وآنهارا با خواسته های مهندسی مرتبط می سازد تا طراحی براساس نیازهای مشتری صورت گرفته و نیاز به تغییردرطرح محصول کاهش یابد. از طرف دیگر تحلیل ارزش تخصیص بهینه منابع را طبق سطح اهمیت کارکردهای محصول انجام می دهد. تاکنون مطالعات زیادی درخصوص رسیدن به اهداف ذکرشده دربالادرسازمانهای تولیدی گوناگون انجام شده و ازگسترش عملکرد کیفیت، به عنوان ابزاری که نیازهای مشتری را به ویژگیهای طراحی محصول تبدیل کرده و ازاین رو طراحی محصول وکیفیت آن را بهبود داده و تاکید بر ارضا کردن خواسته های مشتری و افزایش رضایت آنها دارد، استفاده کرده اند.[۱۱] بااین حال برخی مشکلات درزمینه کاربرد QFD در مطالعات انجام شده به وجود آمده که یکی از مهمترین آنها، این است که در بکارگیری این ابزار، تمامی نیازهای مشتریان در نظر گرفته نمی شود و در نتیجه محصول تولید شده پاسخگوی کامل خواسته های مشتری نخواهد بود.از این رو باید به دنبال استفاده از تکنیک هایی جهت برطرف نمودن این مشکل باشیم.[۱۰] با توجه به تنوع روزافزون خودروهای تولید داخل کشور و تغییر سلیقه های مشتری، شرکت های تولیدی خودرو، برای رسیدن به موقعیت رقابتی برتر ، می توانند بر طراحی خودرو تمرکز نموده و با در نظر گرفتن نیازهای مشتریان، ضمن تامین این نیازها ، موقعیت رقابتی برتری را نسبت به رقبایشان بدست آورند. دراین تحقیق، ازابزار تحلیل ارزش ،به منظورابزاری کمکی برای تکنیک گسترش عملکرد کیفیت درجهت رفع این مساله استفاده می کنیم.[۱۰]

۱ . مروری برادبیات پژوهش

۱ .۱. گسترش عملکرد کیفیت

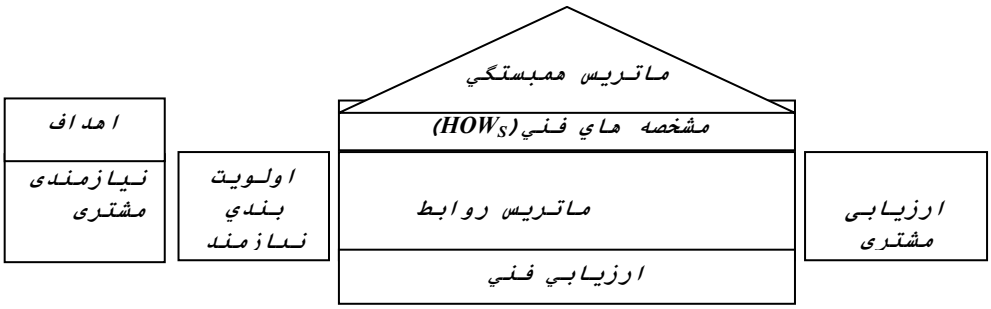
آکائو[۲] در سال ۱۹۹۰، QFD را اینگونه تعریف می کند:"روشی برای توسعه هدفمند کیفیت طراحی به منظور ارضای مصرف کننده و ترجمه تقاضای مصرف کنندگان به مشخصه های طراحی و نکات اصلی تضمین کیفیت قابل استفاده در مرحله تولید" وASI[۳]، توسعه عملکرد کیفیت را اینگونه تعریف می کند:"سیستمی برای ترجمه نیازهای مشتری یا کاربر به نیازمندی های مناسب سازمانی در هر مرحله از تحقیق، از طریق طراحی و توسعه محصول به ساخت، توزیع ،بازاریابی وفروش وخدمات پس از فروش ".[۳]

۱ .۲. تاریخچه QFD

معنا و اساس ساختار ماتریس QFD کنونی به جداول کیفیت باز می گردد.جداول کیفیت برای اولین بار در صنایع کشتی سازی کوبه توسط پروفسور یوجی آکائو به منظور طراحی تانکرهای کشتی مورد استفاده قرار گرفت.دکتر آکائو در ادامه مطالعات و تحقیقات خود در مورد QFD،درآوریل۱۹۷۲،اقدام به ارایه ایده خوددرمورد مفهوم گسترش کیفیت در قالب یک سیستم وباعنوان" Hinshitsu Tenki System" نمود.[۸] اولین استفاده QFD در سال ۱۹۷۲، در صنایع سنگین میتسوبیشی در ژاپن بوده

است.[۹]شرکت فورد[۴] در سال ۱۹۸۶ در زمره اولین پیشگامان استفاده ازاین ابزاردرآمریکا قرارگرفت. درسال۱۹۹۳،اولین موسسه تحقیقاتی درزمینه QFD درآمریکا و آلمان با عنوان" انستیتوی توسعه عملکرد کیفیت" آغاز به کار نمود.[۱]

۳.۱. ساختار *QFD*



شکل (۱):ماتریس خانه کیفیت[۱۰]

شکل (۱) ،ساختارQFD را نشان می دهد. اهداف نشان دهنده هدف QFD و دامنه آن جهت جلوگیری از ایجاد پیچیدگی های غیر ضروری است.نیازمندی های مشتری اشاره به ویژگی های موردانتظار مشتری ازمحصول یا خدمت داردونیازمندی های طراحی،تفسیر فنی نیازهای مشتری می باشدوسرانجام ماتریس روابط نشان دهنده چگونگی ارتباط پارامترهای نیازمندی مشتری ونیازمندی های طراحی است.یک فرایندوزن دهی بین نیازهای مشتری و ماتریس روابط،ارزیابی رقابتی مشتری راایجاد کرده و همین طور فرایند وزن دهی بین نیازمندی های طراحی،ارزیابی فنی رافراهم می کند.ماتریس همبستگی هم نشان دهنده همبستگی مثبت یا منفی بین نیازمندی های طراحی است.[۱۰]

۴.۱. تحلیل ارزش(مهندسی ارزش)

انجمن مهندسی ارزش ژاپن آن را بدین ترتیب تعریف می کند:" تلاشهای سازمان یافته ای برای اجرای تجزیه وتحلیل کارکردی محصولات یا خدمات، برای رسیدن قطعی به تمام کارکردهای موردنیاز باحداقل هزینه ممکن دردوره عمرمحصولات یاخدمات".[۱۲]

۵.۱. تاریخچه تحلیل ارزش

توسعه اولیه مفهوم تحلیل ارزش،درسال ۱۹۴۷ میلادی درشرکت جنرال الکتریک وتوسط لورنس مایلز[۵] که دربخش خریدوتدارکات این شرکت فعالیت میکرد ،انجام گرفت. با پایان جنگ جهانی دوم، کمبود مصالح به ویژه فلزات خود را نمایان ساخته بود. از این رو لازم بود طراحی محصولات کارخانه به گونه ای اصلاح شود که با مصالح جدید و جایگزین مواد قبلی، قابل تولید باشد و در عین حال مصالح جدید بتوانند همان کارکردها را ارائه دهند. یک مثال موفق دراین زمینه جایگزین کردن فولاد ضد زنگ با فیبر فشرده در ساخت پروانه پمپ بود .این مواد می توانست همچون فولاد ضد زنگ درزیر آب بدون اشکال عمل کند و با یک سوم قیمت فولاد قابل تهیه بود. موفقیتهای بدست آمده از این روش ،مایلز را مصمم ساخت فعالیتهای خود را سازماندهی کند. این روش برپایه مفهوم کارکرد و رابطه آن با هزینه استوار بود .مایلز این روش توسعه یافته را"تحلیل ارزش"نام گذاری کرد.درابتدای دهه ۵۰ میلادی

ودرپی بازدید یکی از مسئولان نیروی دریایی آمریکا از شرکت جنرال الکتریک ،مدیراین شرکت، استفاده از روش تحلیل ارزش را درنیروی دریایی پیشنهاد نمود تا باعث کاهش هزینه های دفاعی شود .وزارت دفاع به واسطه نیازها و نوع بهره گیری خود از آن، این روش را"مهندسی ارزش"نام گذاری کرد. هسته اولیه جامعه مهندسین ارزش آمریکا[۶] با ۱۵۰۰عضو دراواخر دهه ۵۰ تاسیس شد. پس ازطرح روشهای تشویقی دربه کارگیری مهندسی ارزش،این روش درسالهای اولیه دهه ۱۹۶۰ میلادی،در صنعت ساخت نیزبه کارگرفته شد.[۲]

۱.۶. تکنیک سیستمهای تحلیل کارکرد(FAST)[۷]

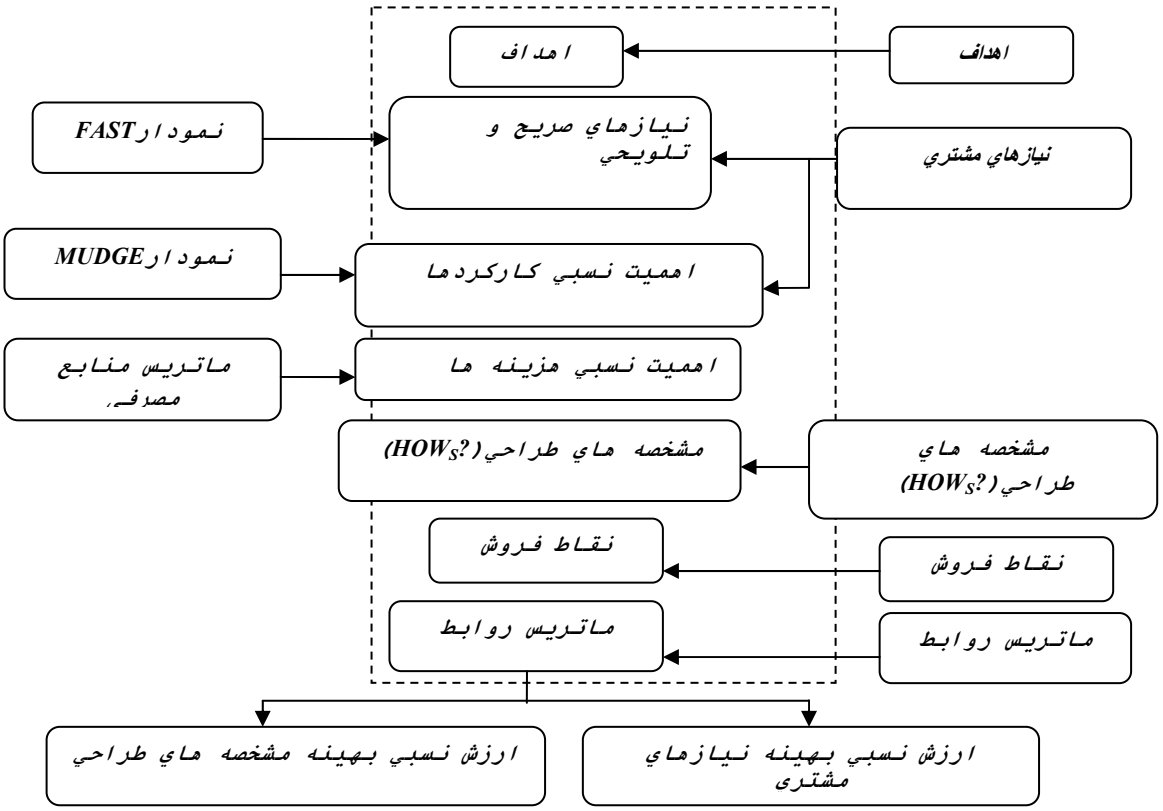
اگر مرحله تحلیل کارکرد، قلب فرایند تحلیل ارزش باشد، ترسیم نمودار FAST هسته و اساس مرحله تحلیل کارکرد بشمار می آید. اولین گام در ترسیم نمودار FAST یافتن کارکرد اصلی از میان کارکردهای تعریف شده در مرحله قبلی است. برای توسعه وتکمیل نمودارFAST، این سوال مطرح می شود که حال" کارکردهای اصلی چگونه انجام می شود؟"پاسخ به این سوال یکی از کارکردهای پشتیبان(ثانویه) خواهد بود. بدین ترتیب در سمت راست کارکرد اصلی، یک کارکرد ثانویه نوشته می شود و بدین معناست که کارکرد اصلی در نتیجه رخداد کارکرد ثانویه به وقوع پیوسته است. در ادامه سوال فوق تکرار می شود با این تفاوت که در این حالت، کارکرد ثانویه مذکور که موجب به وجود آمدن کارکرد اصلی شده ، مورد سوال قرار می گیرد. لازم به ذکر است که در جواب سوال مذکور ممکن است دو یا چند کارکرد ثانویه سطح پایین تر پاسخ مناسب باشند. بدین ترتیب این پرسش و پاسخ منطقی منجر به ایجاد یک درخت کارکردی در چند سطح می شود و این سلسله مراتب کارکردی تا ابتدایی ترین سطوح کارکردی درمحدوده مورد مطالعه تعیین شده پیش می رود.[۷]

۲. ارائه مدل ترکیبی از QFD و VA

جدیدترین فرایند شکل گرفته در عرصه طراحی محصول، گسترش عملکرد کیفیت نام دارد که این فرایند در نتیجه اجرای برنامه های کنترل کیفیت در شرکت های ژاپنی پدید آمدکه به خوبی به عنوان مکمل تحلیل ارزش و بالعکس، به کار آمده است.[۵] شکل۲، ساختار تلفیقی QFDVA را نشان می دهد.

QFD

VA ***QFDVA***



شکل (۲) : ساختار تلفیقی QFDVA [۱۰]

۲.۱.۰ اعتبار مدل ترکیبی QFDVA

مدل پیشنهادی مذکور اولین بار توسط کاوالکا و ددینی[۸] در مقاله ای در سال ۲۰۰۴، مطرح شد و این مدل برای تشخیص نیازهای صریح و تلویحی یک نوع دوچرخه که توسط گروهی از جوانان ورزشکار در رده سنی ۱۹ تا ۲۵ سال استفاده می گردید، به کار گرفته شد. از جمله یافته های تحقیق مورد نظر علاوه بر برطرف نمودن خواسته های مشتریان، تخصیص بهینه منابع به گونه ای بود که باعث افزایش میزان رضایت مشتریان و کیفیت محصول گردید. در این تحقیق نیز با بکارگیری مدل مذکور در شرکت سایپا، ضمن شناسایی تقاضاها و نیازمندیهای مشتریان که طبق نظرسنجی های انجام شده از محصول مورد نظر رضایت کافی نداشته اند، تلاش گردید تا با تدوین و توزیع پرسشنامه هایی در بین گروه نمونه ، بررسی شود که در صورت استفاده از مدل پیشنهادی در این شرکت، چگونه می توان به یک مزیت رقابتی نسبت به رقبا دست یافت. به عبارت دیگر با تایید فرضیه مطرح شده در تحقیق نشان داده شد که این مدل می تواند به عنوان راهکاری برای شرکتهای تولیدی خودرو مد نظر قرار گیرد.

مراحل تحقیق به صورت ذیل میباشد.

۱. **تشکیل تیم پروژه**
۲. **گردآوری نیازهای صریح و تلویحی مشتری و تعریف و دسته بندی کارکردهای محصول**
۳. **تعریف محدوده مطالعه**
۴. **تعیین اهمیت نسبی کارکردهای محصول**
۵. **تعیین هزینه نسبی کارکردهای محصول**
۶. **محاسبه شاخص ارزش محصول**
۷. **تعیین مشخصه های طراحی محصول**
۸. **تشکیل ماتریس روابط بین مشخصه های طراحی و کارکردهای محصول**
۹. **تعیین ارزش نسبی بهینه نیازهای مشتری**
۱۰. **تعیین ارزش نسبی بهینه مشخصه های طراحی محصول**
۱۱. **طراحی پرسشنامه بر اساس فرضیه های تحقیق و تحلیل فرضیه ها**

۳. متدلوژی تحقیق

با توجه به هدف تحقیق که برخورداری از نتایج تحقیق برای حل مسایل طراحی نمای خارجی خودرو پراید‌درشرکت سایپا می باشد، تحقیق ازنوع تحقیق کاربردی است. روش پژوهش در این تحقیق از نوع توصیفی و دسته مطالعه موردی است. دراین تحقیق از ابزاراندازه گیری پرسشنامه برای جمع آوری داده ها استفاده شده و برای تجزیه وتحلیل داده ها به روش آماری، ازنرم افزارSPSS و جهت تایید پایای ابزاراز ضریب آلفای کرونباخ و همچنین برای تایید روایی ابزاراز نظرمتخصصین وکارشناسان مرکزتحقیقات ونوآوری صنایع خودرو سایپاواساتیداستفاده گردیده است.جهت آزمون فرضیه های مطرح شده در تحقیق نیز پس از تایید روایی و پایایی پرسشنامه تهیه شده، ازآزمون کلمو گروف-اسمیرونوف برای مشخص کردن نوع توزیع داده ها وسپس ازآزمون t، جهت تایید یا رد فرضیه ها استفاده شده است.

٤. جامعه آماری

به علت این که درتکنیک QFDVA ،نظر خبرگان ومتخصصین ازاهمیت فوق العاده ای برخورداربوده و باتوجه به تخصصی بودن اکثر سوالات مطرح شده درپرسشنامه ها،قلمرو مکانی این تحقیق ازکلیه مدیران وکارشناسان درنمایندگی های مجازخدمات پس ازفروش شرکت سایپادرسطح شهر تهران که ارتباطات نزدیکی با مشتریان شرکت سایپادارندولذا ازتمامی نیازهاوخواسته های مشتریان اطلاعات کافی دارندوهمچنین کارشناسان ومدیران بخش طراحی مرکزتحقیقات ونوآوری صنایع خودروسایپا که یکی از نمایندگان مجاز شرکت سایپا ومتخصص درزمینه طراحی خودرومی باشد،تشکیل شده است.

۵.ابزار جمع آوری داده ها

در تحقیق حاضر از ۴ پرسشنامه استفاده شده که پرسشنامه شماره ۱ با عنوان فرم نظرخواهی مشتری بوده که جهت گردآوری نیازهای مشتریان شرکت سایپا در خصوص طراحی نمای خارجی خودرو پراید و پرسشنامه شماره ۲ برای تعیین اهمیت نسبی کارکردهای دسته بندی شده حاصل از نیازهای مشتریان و پرسشنامه شماره ۳ در جهت تعیین روابط بین کارکردهای محصول و مشخصه های طراحی(فنی) محصول تهیه گردیده است و سرانجام پرسشنامه شماره ۴، براساس فرضیه های تحقیق تهیه شده که این پرسشنامه بر اساس طیف ۵ گزینه ای لیکرت بوده و شامل دو بخش است. بخش اول مربوط به مشخصات جمعیت شناختی پاسخ دهندگان به پرسشنامه و بخش دوم، سوالات اصلی می باشد. سوالات ۱ تا ۱۸ مرتبط با متغیر فرضیه فرعی الف، سوالات ۱۹ تا ۲۵ مرتبط با متغیر فرضیه فرعی ب و سوالات ۲۶ تا ۴۰ مرتبط با متغیر فرضیه فرعی ج می باشد.

۶.روایی و پایایی پرسشنامه ها

منظور از روایی این است که محتوی سوالات دقیقا موضوع مورد مطالعه را بسنجد. هریک از پرسشنامه های تهیه شده، پس از نظرخواهی از تیم پروژه یعنی کارشناسان طراحی مرکز تحقیقات و نوآوری سایپا و همچنین استاد راهنما، اصلاحات لازم انجام شده و روایی پرسشنامه ها تایید گردیده است. پایایی نیز از طریق محاسبه آلفای کرونباخ تایید شده است. ضریب آلفای کرونباخ به ترتیب برای پرسشنامه شماره ۲ و۳ برابر ۰,۹۸۱۵ و ۰,۹۵۱۸ بدست آمده است. پرسشنامه شماره ۴ نیز شامل سه دسته سوال اصلی است که آلفای کرونباخ برای فرضیه فرعی الف، ب، ج و همچنین برای کل سوالات به ترتیب ۰,۸۶۱۴، ۰,۸۳۸۱، ۰,۸۵۷۴ و ۰,۸۹۲۶ بدست آمده است.که چون همه ضرایب بدست آنده بزرگتر از ۰,۷ می باشند، لذا پرسشنامه ها از پایایی قابل قبولی برخوردارند.

۷. کاربرد مدل ترکیبی QFDVA در طراحی نمای خارجی خودرو پراید

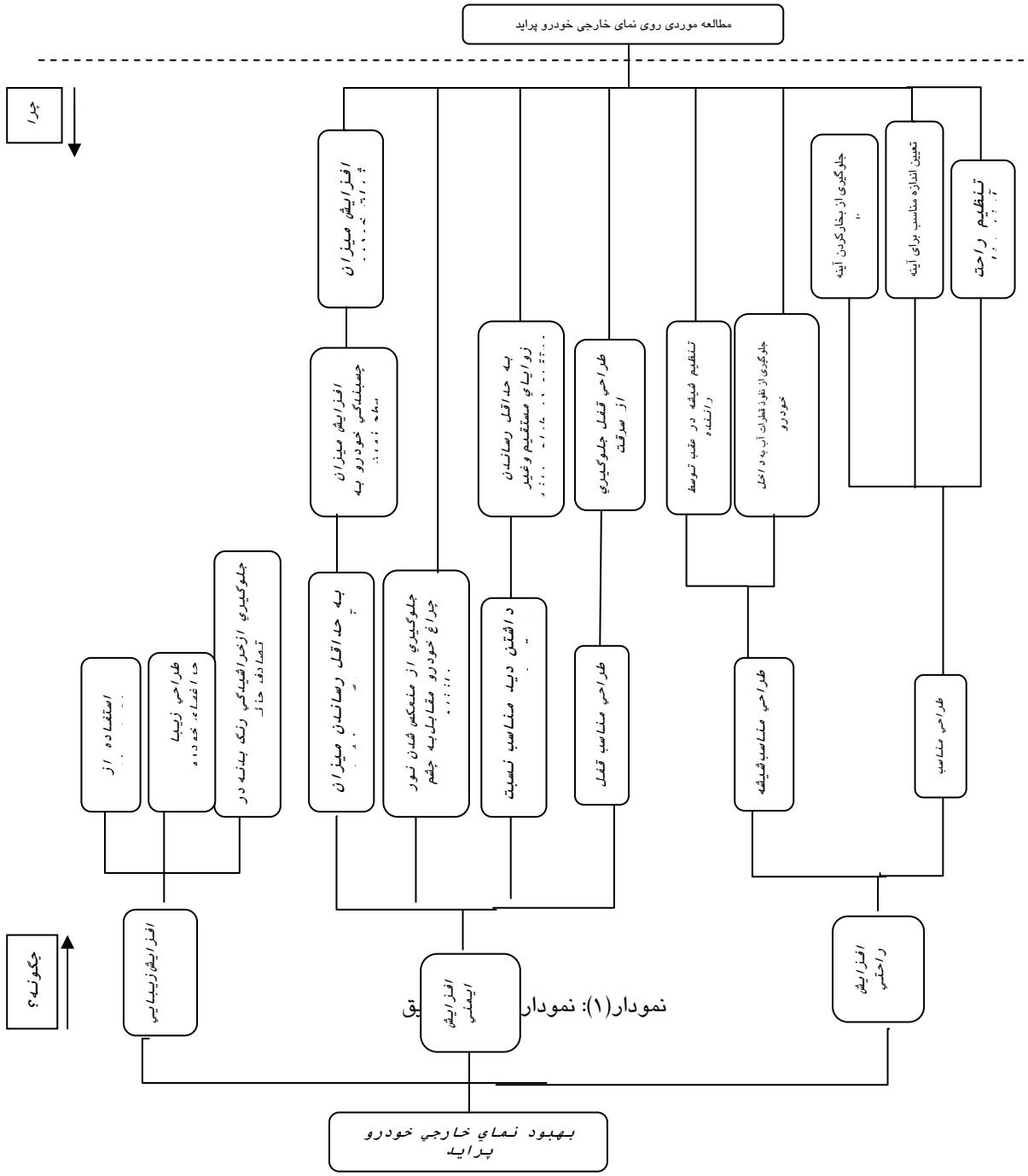
۱.۷. مرحله اول:تشکیل تیم پروژه(تیم QFD/VA)

تیم پروژه در این تحقیق از بین متخصصین و کارشناسان طراحی نمای خارجی خودرو در مرکز تحقیقات و نوآوری صنایع خودرو سایپا که ۱۹ نفر می باشند، انتخاب گردیده است که تحقیق را با تشکیل جلسات طوفان مغزی و انجام مصاحبه هدایت می‌کردند.

۲.۷ .مرحله دوم: گردآوری نیازهای صریح و تلویحی مشتریان و تعریف و دسته بندی کارکردهای محصول

دراین مرحله جهت جمع آوری نیازهای مشتریان در خصوص طراحی نمای خارجی خودرو پراید، و تعیین نقاط فروش، از طریق پرسشنامه ای تحت عنوان فرم نظرخواهی مشتری گردآوری می گردد. با توجه به نیازهای جمع آوری شده از فرم نظر خواهی ندای مشتری، کارکردهای مربوط به نمای خارجی خودرو پراید تعریف شده و نمودار Fast مربوطه رسم شده است.(نمودار۱) کارکرد اصلی بهبود طراحی نمای خارجی خودرو پراید و دارای بالاترین رتبه می باشد وکارکردهای ثانویه در سطوح پایین تر در

محدوده مطالعه، تعریف شده است. در نهایت کارکرد مطالعه موردی روی نمای خارجی خودرو پراید با پایین ترین رتبه تعریف گردیده است.



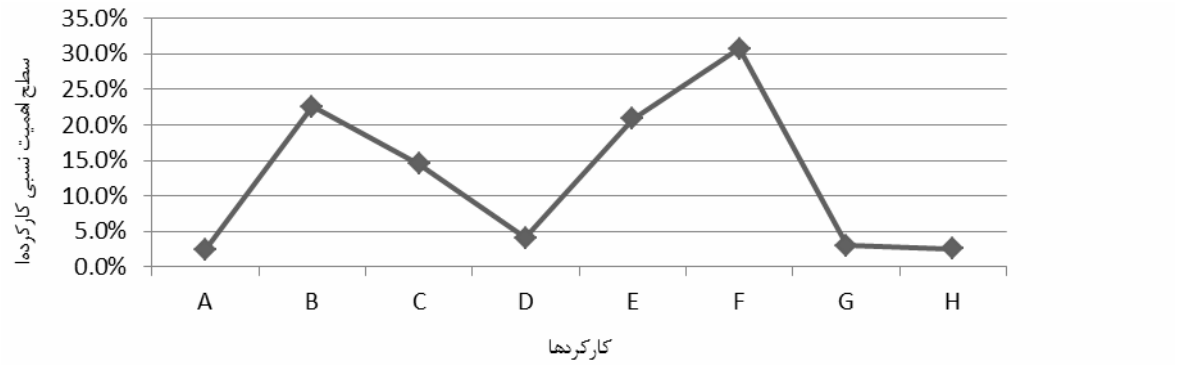
نمودار(۱): نمودار

۳.۷. مرحله سوم: تعریف محدوده مطالعه

با استفاده از نمودار FAST محدوده مطالعه بصورت تعیین بهترین کارکردهای شناسایی شده مربوط به نمای خارجی خودرو پراید به منظور بهبود طراحی پراید با در نظر گرفتن محدودیت های زمانی و بودجه ای تعریف شده است. بدین ترتیب ملاحظه می شود که بهبود طراحی نمای خارجی خودرو پراید بالاترین سطح کارکرد در این تحقیق می باشد که کارکرد اصلی را تشکیل می دهد و کارکردهای پشتیبان یا ثانویه سطوح پایین تر جهت رویداد این کارکرد تعریف می شوند.

۴.۷. مرحله چهارم: تعیین اهمیت نسبی کارکردهای محصول و نیازهای مشتری

در این مرحله برای تعیین اهمیت نسبی کارکردهای شناسایی شده مربوط به نمای خارجی خودرو پراید که در نمودارFAST به تصویر کشیده شده است، از روش ارزش سنجی MUDGE که همان مقایسه جفت جفت است، استفاده می شود.[۱۵]بدین منظور پرسشنامه ای تهیه گردیده و دربین اعضای نمونه توزیع شده است. در این نمودار، تمام ترکیبات دوبه دو کارکردها مورد مقایسه قرار گرفته و رتبه هریک از کارکردها مشخص می شود. پس از آن نمودار۲، مربوط به خط میانگین کلیه نمودارهای تکمیل شده، ترسیم می گردد.



نمودار (۲): خط میانگین نمودارهای MUDGE

هرکارکرد یک یا چند کارکرد ثانویه را در بر می گیرد. بعد از تعیین سطح اهمیت نسبی کارکردهای ثانویه سطح اول نمای خارجی پراید، برای محاسبه سطح اهمیت کارکردهای ثانویه توسعه داده شده از کارکردهای ثانویه سطح اول، ازتیم QFD/VA خواسته شد که با توجه به میزان اهمیت تعیین شده کارکرد ثانویه سطح اول، میزان اولویت خویش را برای تامین هر کارکرد ثانویه توسعه داده شده را مشخص سازند. نتایج نهایی این اولویت دهی در ستون سوم خانه کیفیت QFDVA درج می گردد.

۵.۷. مرحله پنجم: تعیین هزینه نسبی کارکردهای محصول

پس از تعیین اهمیت نسبی کارکردهای نمای خارجی خودرو پراید، در این مرحله به محاسبه هزینه نسبی کارکردهای مذکور می پردازیم. بدین منظور از ماتریس هزینه کارکرد(ماتریس منابع مصرفی) استفاده می نماییم. قبل از ترسیم این ماتریس، ابتدا باید

قطعات مربوط به کارکردهای شناسایی شده را که در جهت تامین این کارکردها بکار می رود تعیین نماییم. در طی مصاحبه ای که با تیم QFD/VA در قسمت طراحی مرکز تحقیقات و نوآوری سایپا انجام شد، این قطعات شناسایی گردید و هزینه های مورد نیاز جهت ترسیم ماتریس هزینه کارکرد بصورت میانگین بدست آمد. هزینه هر کارکرد و بعلاوه بها کارکردها بصورت درصد در قسمت پایین جدول ۱ بدست آمده است.

جدول (۱): ماتریس هزینه کارکرد (ارقام به هزار ﷼ است)

کارکردها / قطعات	A	B	C	D	E	F	G	H	مجموع
چراغLEDجلو	۷۵								۷۵
چراغLEDعقب	۷۵								۷۵
تایرها با عاج مخصوص		۲۵۰۰							۲۵۰۰
چراغ باSTYLEجدید	۳۵۰								۳۵۰
رنگ فانتزی	۲۰۰۰								۲۰۰۰
بالابر برقی در شیشه عقب							۴۵۰		۴۵۰
ستون ها باSTYLEجدید				۲۰۰۰					۲۰۰۰
طراحی باله بر روی صندوق عقب		۴۰۰							۴۰۰
قفل ضد سرقت						۳۵۰			۳۵۰
شیشه لایه دار نشکن			۱۰۰۰						۱۰۰۰
برقی کردن آینه بغل					۳۰۰				۳۰۰
آینه بغل با سایز استاندارد					۷۵				۷۵
گرمکن					۲۰۰				۲۰۰
شیلنگ بر روی برف پاک کن								۳۰	۳۰
پوشش لاکی	۵۰۰۰								۵۰۰۰
مجموع	۷۵۰۰	۲۹۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۵۷۵	۳۵۰	۴۵۰	۳۰	۱۴۸۰۵
درصد	۵۰,۶۶	۱۹,۵۹	۶,۷۵	۱۳,۵۱	۳,۸۸	۲,۳۶	۳,۰۵	۰,۲	۱۰۰

هزینه کارکرد A(افزایش زیبایی نمای خارجی خودرو پراید) به طور میانگین برابر با ۷۵۰۰۰۰۰ ریال گردیده در حالیکه در حال حاضر هزینه مربوط به مجموع رنگ فعلی خودروپراید (رنگ معمولی محلول آب)، چراغ های فعلی جلو و عقب برابر با ۱۷۵۰۰۰۰ریال می باشد. هزینه کارکرد B (افزایش میزان چسبندگی خودرو به سطح زمین) برابر با۲۹۰۰۰۰۰ ریال بدست آمده که قیمت فعلی مربوط به مجموع قیمت تایرهای جلوو عقب پراید، ۱۴۰۰۰۰۰ ریال می باشد و از باله نیز در مدلهای فعلی پراید استفاده نشده است. هزینه مربوط به کارکرد C (جلوگیری از انعکاس نور چراغ خودرو مقابل به چشم راننده) برابر با ۱۰۰۰۰۰۰ریال گردیده که قیمت شیشه کنونی ۳۳۰۰۰۰ریال می باشد و در صورتی که از شیشه لایه دار نشکن استفاده گردد، تا حدودزیادی باعث شکسته شدن نور چراغ خودروهای مقابل در مسیر به چشم راننده می گردد. هزینه کارکردD (داشتن دید مناسب نسبت به عقب خودرو) برابر با ۲۰۰۰۰۰۰ریال خواهد شد که این هزینه مربوط به تغییر قالب در تکوین طراحی (تغییر STYLE) می باشد که قیمت

STYLE فعلی خودرو پراید در مرحله تکوین طراحی برابر با ۱۴۰۰۰۰۰ریال می باشد. هزینه کارکرد E(طراحی مناسب آینه بغل) ۵۷۵۰۰۰ ریال می باشد که قیمت فعلی برای آینه بغل برابر با ۲۰۰۰۰۰ ریال است که از این مبلغ، ۵۰۰۰۰ ریال جهت تعیین اندازه آینه بغل و ۱۵۰۰۰۰ ریال برای خود آینه و قاب آن در نظر گرفته می شود . در صورت استفاده از گرمکن ، هزینه ای معادل با ۲۰۰۰۰۰ ریال و برای برقی کردن آینه بغل که راننده بتواند به راحتی از داخل خودرو بدون دست زدن به آینه، آن را به جهات مختلف تنظیم نماید، هزینه ای برابر با ۳۰۰۰۰۰ ریال باید در نظر گرفته شود و همینطور جهت استاندارد نمودن اندازه آن باید هزینه ای برابر با ۷۵۰۰۰ ریال پرداخت شود. هزینه کارکرد F (طراحی مناسب قفل درها) برابر با ۳۵۰۰۰۰ ریال خواهد شد که این هزینه جهت طراحی قفل ضد سرقت برای درهای خودرو می باشد و برای طراحی قفل ضد سرقت لازم است که مکانیزم قفل درها از ابتدا در نظر گرفته شود. هزینه کارکرد G (تنظیم شیشه در عقب توسط راننده) برابر با ۴۵۰۰۰۰ ریال می باشد که این هزینه جهت طراحی بالابر برقی برای شیشه در عقب تحمیل می گردد. هزینه کارکرد H(جلوگیری از پاشیده شدن قطرات آب به داخل خودرو به هنگام کارکردن برف پاک کن) برابر با ۳۰۰۰۰ریال بدست آمده که در صورت استفاده از شیلنگ بر روی برف پاک کن ها، قیمت فعلی برف پاک کن ها که برابر با ۴۵۰۰۰ ریال است به ۷۵۰۰۰ ریال افزایش می یابد. به طور کلی از مقایسه محاسبات انجام شده در ماتریس هزینه کارکرد، می توان نتیجه گرفت که مجموع هزینه محاسبه شده قطعات اضافه شده و هزینه تغییر style قطعات موجود در اثر طراحی به روش جدید بصورت میانگین عبارت است از:

۱۴۸۰۵۰۰۰ – ۵۱۲۵۰۰۰ = ۹۶۸۰۰۰۰ ریال

۶.۷. مرحله ششم: محاسبه شاخص ارزش محصول

ارزش از دیدگاه مشتری تابعی از کارکرد محصول و قیمت مرتبط با سایر محصولات در بازار می باشد که از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{ارزش از دیدگاه مشتری} = \frac{\text{کارکرد}}{\text{قیمت}} = \frac{\text{مشتری}}{\text{قیمت}} = \frac{\text{قیمت یا هزینه}}{\text{هزینه}}$$

پس از آنکه ارزش کارکردها در مورد نمای خارجی خودرو پراید مشخص شد، این سوال مطرح می شود که برای بهبود و انجام مطالعات بعدی کدام کارکرد باید انتخاب شود. در صورتیکه تعداد کارکردها زیاد نباشد، هم انتخاب ساده تر و هم امکان بهبود همه آنها دور از انتظار نیست. در غیر اینصورت چنین کاری غیر ممکن بوده و باید با اتکا بر یک شاخص مطمئن بهترین گزینه ها را برای بهبود انتخاب نمود. شاخص ارزش بهترین ملاک انتخاب کارکردها برای بهبود است. بدین ترتیب کارکردهایی که درصد اهمیت کمی را به خود اختصاص داده و یا درصد هزینه آنها بالا باشد، بهترین گزینه برای بهبود خواهند بود. مبتنی بر منطق فوق، اینگونه استدلال می شود که شاخص ارزش مساوی با عدد یک، شاخص انتخاب خواهد بود. بنابراین کارکردهایی که شاخص ارزش آنها کمتر از یک را داشته باشند، بهترین پتانسیل بهبود ارزش کل محصول خواهند بود..[۴]

در جدول ۲ شاخص ارزش محاسبه شده برای کارکردهای A تا H درج گردیده است:از بین ۸ کارکرد ثانویه سطح اول مطرح شده برای نمای خارجی خودرو پراید، کارکردهای A,D,G به علت پایین بودن شاخص ارزش (کمتر از یک) شرکت را بر آن می دارد که حداکثر تلاش خود را نسبت به بهبود ارزش این کارکردها مبذول دارد و راهکارهایی برای افزایش شاخص ارزش آنها اعمال کند تا ارزش کلی محصول بالا رود.

جدول (۲) : شاخص ارزش کارکردهای ثانویه

شاخص ارزش از دیدگاه مشتری	درصد هزینه نسبی کارکردها	درصد اهمیت نسبی کارکردها	کارکردهای ثانویه سطح اول
۰,۰۴۷	٪۵۰,۶۶	٪۲,۴	A:افزایش زیبایی نمای خارجی پراید
۱,۱۴۸	٪۱۹,۵۹	٪۲۲,۵	B: افزایش میزان چسبندگی خودرو به سطح زمین
۲,۱۴۸	٪۶,۷۵	٪۱۴,۵	C: جلوگیری از انعکاس نور چراغ خودرو مقابل به چشم راننده
۰,۳۰۳	٪۱۳,۵۱	٪۴,۱	D:داشتن دید مناسب نسبت به عقب خودرو
۵,۳۸۶	٪۳,۸۸	٪۲۰,۹	E:طراحی مناسب آینه بغل
۱۳,۰۰۸	٪۲,۳۶	٪۳۰,۷	F:طراحی مناسب قفل درها
۰,۹۸۴	٪۳,۰۵	٪۳,۰	G:تنظیم شیشه در عقب توسط راننده
۱۳,۰۰	٪۰,۲۰	٪۲,۶	H:جلوگیری از پاشیده شدن قطرات آب به داخل خودرو به هنگام کار کردن برف پاک کن

۷.۷. مرحله هفتم: تعیین مشخصه های طراحی محصول

در این مرحله به بررسی ندای شرکت و در واقع به بررسی مشخصه های طراحی و فنی در جهت برآورد کردن نیازهای مشتریان می پردازیم. بدین منظور با توجه به نظر تیم طراحی و برگزاری جلسات طوفان مغزی، مشخصه های طراحی با در نظر گرفتن کارکردهای شناسایی شده تعیین گردید که در قسمت بالای خانه کیفیت QFDVA درج می گردد.

۸.۷. مرحله هشتم: تشکیل ماتریس روابط مابین مشخصه های طراحی و کارکردهای محصول

در این مرحله میزان تاثیر هر یک از مشخصه های طراحی(خواسته های مهندسی) در کارکردهای مربوط به نمای خارجی خودرو پراید را از طریق توزیع پرسشنامه مشخص می کنیم. و از اعداد ۱و ۳ و۵ برای نشان دادن میزان ارتباط بین مشخصه های طراحی مربوط به نمای خارجی خودرو پراید و کارکردهای خودرو استفاده می گردد. (۱ : معادل ارتباط ضعیف ، ۳: معادل ارتباط متوسط ، ۵: معادل ارتباط قوی و خانه خالی معادل عدم ارتباط)[۱۰]

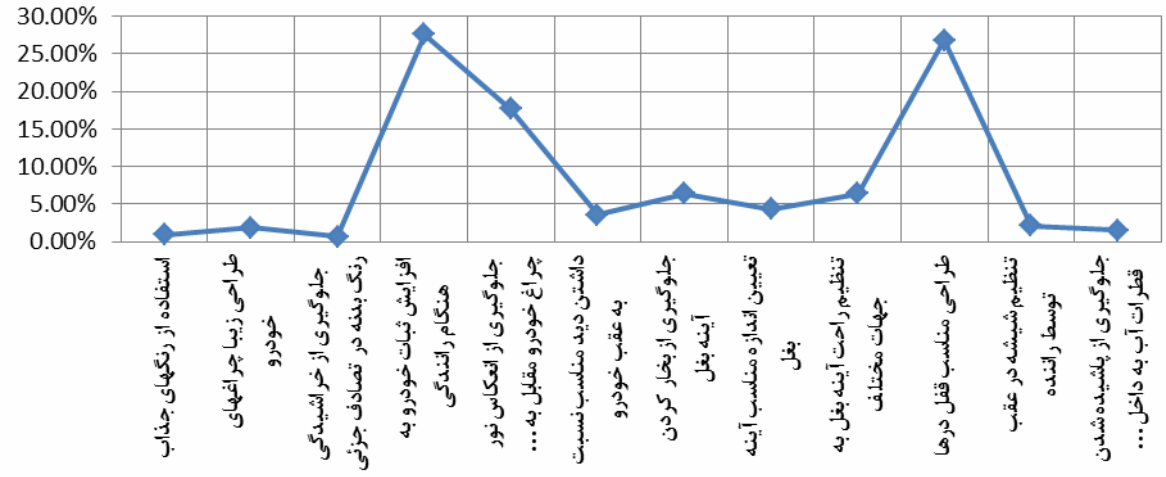
۹.۷. مرحله نهم: تعیین ارزش نسبی بهینه نیازهای مشتری مربوط به نمای خارجی خودرو پراید

در این مرحله جهت محاسبه ارزش نسبی بهینه نیازهای مشتری که در واقع می توان گفت به نوعی همان کارکردهای ثانویه سطوح پایین مربوط به نمای خارجی خودرو پراید می باشد، از فرمول زیر استفاده می گردد:

$$\mathbf{Requirement_i} = \left(\sum_{j=1}^{n} \mathbf{M(i,j)}\right).\mathbf{PV_{(j)}}.\mathbf{IR_{(j)}}$$

که M : ماتریس روابط ، IR: سطح اهمیت نسبی کارکرد (٪) (ستون سوم خانه کیفیتQFDVA) PV : نقطه فروش می باشد.[۱۰]

محاسبات انجام شده در این مرحله در سمت راست خانه کیفیت درج می شود.لازم به ذکر است که نمودار۳ مربوط به رتبه بندی نیازهای مشتری با توجه به نتایج بدست آمده از این مرحله رسم گردیده است.



نمودار(۳) : نمودار ارزش نسبي بهينه نيازهاي مشتري

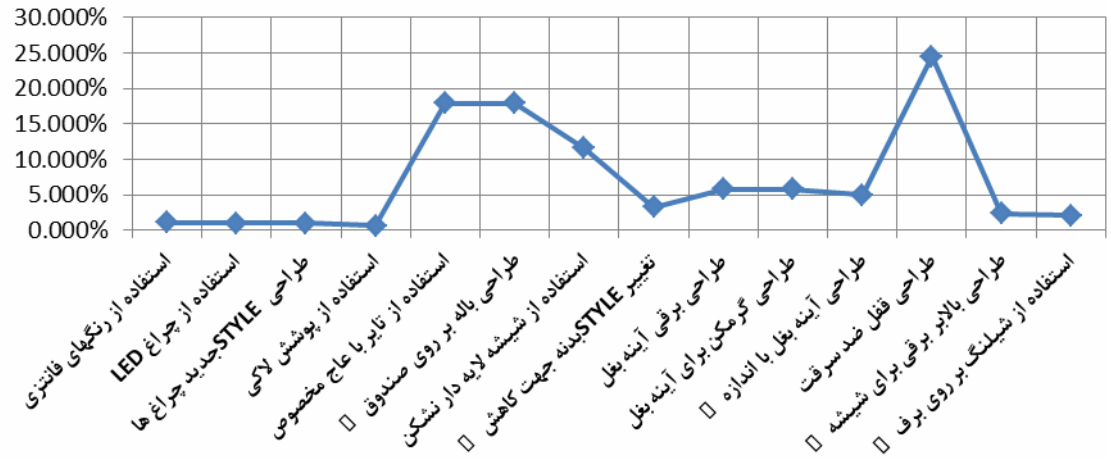
۱۰.۷. مرحله دهم: تعیین ارزش نسبی بهینه مشخصه های طراحی نمای خارجی خودرو پراید

در این مرحله با توجه به اهمیت نسبی ارزش کارکردها(ستون سوم خانه کیفیتQFDVA) و ماتریس روابط به محاسبه ارزش نسبی بهینه هر یک از مشخصه های طراحی مربوط به نمای خارجی خودرو پراید پرداخته می شود. لذا برای این محاسبه از معادله زیر استفاده می گردد:

$$Engineering\ Cost_i = (\sum_{i=1}^{n} M(i,j)).IRC_i$$

که در آن: M : ماتریس روابط و IRC : سطح اهمیت نسبی ارزش کارکردها (ستون سوم خانه کیفیت QFDVA)

این مرحله آخرین گام از تکنیک QFDVA بوده و با ترکیب VA با QFD و تعیین ارزش بهینه مشخصه های طراحی مربوط به نمای خارجی خودرو پراید، اطلاعاتی به صورت بازخورد جهت تخصیص بهینه منابع به کارکردها و قطعات و انجام سرمایه گذاری مناسب فراهم می گردد.[۱۰] خانه کیفیت QFDVA تکمیل شده در شکل(۴) نشان داده شده است.



شکل (۴) خانه کیفیتQFDVA تکمیل شده

جدول(۳) : ارزش نسبي بهينه مشخصه هاي طراحي

فراوانی(٪)	۰,۹۳	۱,۸۹	۰,۶۷	۲۲,۶	۱۷,۷	۳,۵۸	۶,۳۹	۴,۲۸	۶,۳۹	۲۶,۸	۲,۰۹	۱,۵۱	۱۰۰
اهمیت نسبی بهینه نیازهای مشتری	۰,۰۸۱	۰,۱۶۲	۰,۰۵۸۱	۳,۳۷۵	۱,۵۲۳	۰,۳۰۸	۰,۵۴۹	۰,۳۷۶	۰,۵۴۹	۲,۳۰۳	۰,۱۸	۰,۱۳	۸,۵۹۲
نقطه فروش	۱,۲	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱,۲	۱,۵	۱,۵	۱,۲	۱,۰	
مجموع	۸	۱۰	۸	۱۰	۷	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۷۸
استفاده از شیلنگ بر روی برف پاک کن ها												۵	۵
طراحی بالابر برقی برای شیشه در عقب											۵		۵
طراحی قفل ضد سرقت										۵			۵
طراحی آینه بغل با اندازه استاندارد								۵					۵
طراحی گرمکن برای آینه بغل							۵						۵
طراحی برقی آینه بغل									۵				۵
تغییر STYLE بدنه جهت کاهش زوایا						۵							۵
استفاده از شیشه لایه دار نشکن					۵								۵
طراحی باله بر روی صندوق عقب خودرو				۵									۵
استفاده از تایربا عاج مخصوص				۵									۵
استفاده از پوشش لاکی	۳		۵										۵
طراحی STYLEجدید چراغ ها		۵			۱								۶
استفاده از چراغ LED		۵			۱								۶
استفاده از رنگهای فانتزی	۵		۳										۸

۱۰۰,۰	۶,۲۸
۲,۰۷۱	۰,۱۳
۲,۳۹۰	۰,۱۵
۲۴,۴۵۹	۱,۵۳
۴,۹۹	۰,۳۱
۵,۸۳۳	۰,۳۷
۵,۸۳۳	۰,۳۷
۳,۲۶۹	۰,۲۱
۱۱,۷	۰,۷۳
۱۷,۹۲۶	۱,۱۳
۱۷,۹۲۶	۱,۱۳
۰,۱۶۱	۰,۰۳
۱,۰۳۲	۰,۰۶
۱,۰۳۲	۰,۰۶
۱,۰۷۱	۰,۰۷

		اهمیت مشتری	
A	استفاده از رنگهای جذاب	٪۲٫۴	٪۰٫۸۴
	طراحی زیبا چراغهای خودرو		٪۱٫۰۸
	جلوگیری از خراشیدگی رنگ بدنه در تصادف جزئی		٪۰٫۴۸
B	افزایش میزان چسبندگی خودرو به سطح زمین	٪۲۲٫۵	٪۲۲٫۵
C	جلوگیری از انعکاس نور چراغ خودرو مقابل به چشم راننده	٪۱۴٫۵	٪۱۴٫۵
D	داشتن دید مناسب نسبت به عقب خودرو	٪۴٫۱	٪۴٫۱
E	جلوگیری از بخار کردن آینه بغل	٪۲۰٫۹	٪۷٫۳۲
	تعیین اندازه مناسب آینه بغل		٪۶٫۲۷
	تنظیم راحت آینه بغل به جهات مختلف		٪۷٫۳۲
F	طراحی مناسب قفل درها	٪۳۰٫۷	٪۳۰٫۷
G	تنظیم شیشه در عقب توسط راننده	٪۳٫۰	٪۳٫۰
H	جلوگیری از پاشیده شدن قطرات آب به داخل خودرو به هنگام کار کردن برف پاک کن	٪۲٫۶	٪۲٫۶
	مجموع		

بهینه مشخصه
فراوانی(٪)

۱۱.۷ .مرحله یازدهم: طراحی پرسشنامه بر اساس فرضیه های تحقیق و تحلیل فرضیه ها

هر شرکت تولیدی می تواند با تمرکز بر یکی از عوامل کاهش هزینه ها، افزایش کیفیت محصول، نوآوری، انعطاف پذیری و ... مزیتی رقابتی نسبت به رقبای خویش بدست آورد. لذا در این تحقیق به دنبال این هدف بوده که نشان دهیم شرکت سایپا با بکارگیری ابزار ترکیبیQFDVA در طراحی بدنه خودرو پراید، باعث افزایش کیفیت محصول، کاهش هزینه و در نتیجه افزایش فروش محصول و بدست آوردن موقعیت رقابتی می گردد، بدین منظور در تحقیق حاضر یک فرضیه اصلی و سه فرضیه فرعی مطرح شده است که به شرح زیر می باشند:

فرضیه اصلی : کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول، باعث دستیابی به موقعیت رقابتی برتر می شود.

فرضیه فرعی الف: کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول، باعث افزایش کیفیت محصول می شود.

فرضیه فرعی ب : کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول، باعث افزایش فروش محصول می شود.

فرضیه فرعی ج: کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول ، باعث کاهش هزینه ها می شود.

۸. آزمون فرضیه ها و تحلیل یافته ها

۱.۸. تست تشخیص تابع توزیع

ابتدا برای اینکه بدانیم توزیع داده های حاصل از پرسشنامه، دارای توزیع نرمال می باشد یا خیر، از آزمون کلمو گروف – اسمیرونوف (K-S) استفاده می کنیم. این آزمون جهت بررسی ادعای مطرح شده در مورد توزیع داده های یک متغیر کمی مورد استفاده قرار می گیرد. فرض صفر در این آزمون ها همگون بودن توزیع مشاهدات با توزیع نظری مشخص (با پارامتر معینی) است که با حدس یا قراین مختلف آن را تعیین کرده ایم و فرض مخالف مناسب نبودن توزیع مورد نظر برای متغیر است [۶] با توجه به مباحث مطرح شده فوق، فرضهای صفر و مخالف برای هر یک از فرضیه های فرعی به صورت جداگانه به صورت زیر نوشته می شود:

H_0: توزیع داده ها نرمال است

H_1: توزیع داده ها نرمال نیست

جدول(۴): آزمون کلموگروف-اسمیرونوف برای فرضیه الف

		mean ۱
N		۱۰۸
Normal Parameters[a]	Mean	٤.۳۹۰۳
	Std. Deviation	.۱۷۲۱۱
Most Extreme Differences	Absolute	.۰۸٦
	Positive	.۰٦٥
	Negative	-.۰۸٦
Kolmogorov-Smirnov Z		.۸۹۸
Asymp. Sig. (۲-tailed)		.۳۹٦

a. Test distribution is Normal.

در جدول فوق به ترتیب تعداد داده ها، پارامترهای مورد نظر در بررسی وجود توزیع(میانگین و انحراف معیار در توزیع نرمال)، قدر مطلق مقدار بیشترین انحراف، بیشترین انحراف مثبت، بیشترین انحراف منفی، مقدار آماره Z و مقدارsig مربوط به فرضیه الف ارائه می کند. معنی داری (Significance) ، که به اختصار آن را با sig نشان می دهیم، میزان خطایی است که در رد فرض صفر(H۰) مرتکب می شویم. Sig به p-value نیز معروف است. هر چقدر مقدار sig کمتر باشد، رد فرض صفر ساده تر می شود. آلفا(α) سطح خطایی است که محقق در نظر می گیرد (معمولا ۵ درصد).[۶] به دلیل اینکه مقدارsig معادل۰,۳۹۶ و بیشتر از ۵ درصد است، H۰ تایید شده و ادعای نرمال بودن توزیع داده ها مربوط به متغیرفرضیه فرعی الف با احتمال ۹۵ درصد نرمال است. بنابراین می توان از آمار استنباطی استفاده نمود. لذا از آزمون t برای رد یا تایید فرضیه الف استفاده می گردد. با تکرار آزمون کلموگرو- اسمیرونف برای فرضیه های ب و ج، نتایج به این صورت بدست می آید: برای فرضیه ب مقدار sig معادل۰,۰۷۶ و بیشتر از ۵ درصد است، لذا H۰ تایید شده و ادعای نرمال بودن توزیع داده ها مربوط به متغیر فرضیه ب نیز پذیرفته می شود و همینطورمقدار Sig فرضیه ج ۰,۴۷۸ بدست آمده که از ۰,۰۵ بیشتر است لذا توزیع داده ها مر بوط به فرضیه ج ، نرمال می باشد. بنابراین می توان از آمار استنباطی برای آزمون فرضیه های ب و ج استفاده نمود که در اینجا باز از آزمون t استفاده می گردد.

۸. ۲. تحلیل فرضیه ها با آزمون t

فرض های آماری(فرض H۰ و H۱) برای هرکدام از فرضیه های الف، ب و ج به صورت زیر می باشد:

$H_0: \mu \geq ۳$

$H_1: \mu < ۳$

که منظور از μ میانگین متغیر فرضیه و چون در پرسشنامه مربوطه از مقیاس لیکرت (۱:خیلی کم، ۲:کم، ۳:متوسط، ۴:زیاد و ۵:خیلی زیاد) استفاده شده، به هنگام استفاده از نرم افزار SPSS در آزمون t، Test Value را برابر میانگین اعداد ۱ تا ۵ یعنی عدد ۳ در نظر می گیریم. نتایج آزمون t به صورت دو خروجی زیرمربوط به آزمون الف نشان داده می شود.($\alpha = 0.05$)

جدول (۵): آمار توصیفی متغیر فرضیه فرعی الف

	N	Mean	Std Deviation	Std Error Mean
میانگین متغیر فرضیه فرعی الف	۱۰۸	٤.۳۹۰۳	۰.۱۷۲۱۱	۰.۱٦٥٦

جدول (٦): نتایج آزمون tبراي داده هاي فرضیه فرعي الف

	Test value = ۳					
	t	df	Sig(۲-tailed)	Mean difference	Difference ۹٥% Confidence Interval of the	
					lower	upper
میانگین متغیر فرضیه فرعي الف	۸۳.۹٤۷	۱۰۷	۰.۰۰۰	۱.۳۹۰۳۱	۱.۳٥۷٥	۱.٤۲۳۱

با توجه به نتایج آزمون توصیفی دیده می شود که مقدار میانگین نمونه ۴,۳۹۰۳ از عدد ۳ بزرگتر است و این مطلب بدان معنی است که اکثر پاسخگویان در پاسخ به سوالات مربوط به متغیر فرضیه فرعی الف بیشتر نظری زیاد داشته اند. علاوه بر این مقدار انحراف معیار برابر ۰,۱۷۲۱۱ شده که نشان می دهد متغیر فرضیه الف دارای پراکندگی کمی است. ولی این موضوع باید از طریق آمار استنباطی(آزمون فرض یا فاصله اطمینان) تایید گردد. در جدول(۵) مقدار آماره t عدد ۸۳,۹۴۷ ، درجه آزادی عدد ۱۰۷ می باشد و چون SPSS فقط می تواند از روی مقدار Sig ادعای برابری را مورد آزمون قرار دهد، برای قضاوت درباره ادعاهایی به صورت ≤ یا ≥ ، می توان از حد بالا و حد پایین استفاده نمود.[۶]در آزمون t فوق، حد بالا برابر با ۱,۴۲۳۱ و حد پایین برابر با ۱,۳۵۷۵و هردو مثبت می باشند. لذا می توان نتیجه گرفت که میانگین از مقدار عدد۳ بزرگ تر است. همچنین اختلاف میانگین نمونه با مقدار مورد آزمون ۱,۳۹۰۳۱، $(\bar{x} - \mu = 1.39031)$ و فاصله اطمینان ۹۵ درصدی آن بین ۴,۳۵۷۵ و۴,۴۲۳۱ می باشد. بر اساس این دو مقدار می توان فاصله اطمینان برای " میانگین جامعه" به صورت زیر نوشت:

$$1.3575 \leq \mu - 3 \leq 1.4231 \rightarrow 4.3575 \leq \mu \leq 4.4231$$

بنابراین فرض صفر که $H_0: \mu \geq 3$ می باشد تایید و فرض مخالف رد می گردد. یعنی در سطح اطمینان ۹۵ درصد می توان گفت که کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول باعث افزایش کیفیت می شود. اما با تکرار آزمون t برای فرضیه ب و ج، با توجه به نتایج توصیفی حاصل شده، مقدار میانگین نمونه مربوط به متغیر فرضیه ب و ج به ترتیب برابراست با ۴,۴۲۰۲ و ۴,۴۰۶۸ که از مقدار عدد۳ بزرگ تر است و این بدان معنی است که اکثر پاسخگویان به سوالات مربوط دارای نظر زیاد بوده اند و چون مقدار انحراف معیار نیز به ترتیب برابراست با ۰,۲۸۲۱۶ و ۰,۱۹۲۹۰ ، نشان می دهد که متغیر فرضیه فرعی ب و ج دارای پراکندگی نسبتا کمی است ولی این مورد باید از طریق آمار استنباطی نیز تایید گردد در نتایج آمار استنباطی بدست آمده مربوط به فرضیه ب، مقدار آماره آزمون ۵۲,۳۰۸ ، درجه آزادی ۱۰۷ می باشد. حد بالا ۱,۴۷۴۰ و حد پایین ۱,۳۶۶۴ و هردو مثبت می باشند . بنابراین مقدار میانگین نمونه ار عدد ۳(مقدار مورد آزمون) بزرگ تر است و همینطور فاصله اطمینان برای میانگین جامعه را می توان به روشی که قبلا در مورد فرضیه الف ذکر شد، به صورت زیر بدست آورد:

$$1.3664 \leq \mu - 3 \leq 1.4740 \rightarrow 4.3664 \leq \mu \leq 4.4740$$

بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می توان گفت که ادعای H۰ تایید و فرض مخالف رد می گردد و کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول باعث افزایش فروش می شود. و به همین ترتیب، حد بالا و حد پایین مربوط به فرضیه ج به ترتیب، ۱,۴۴۳۶و۱,۳۷۰۰و هر دو مثبت می باشند لذا مقدار میانگین نمونه از عدد ۳ بزرگ تر است و ادعا تایید می گردد. در ضمن فاصله اطمینان مربوطه به صورت ذیل می باشد:

$$1.3700 \leq \mu - 3 \leq 1.4436 \rightarrow 4.3700 \leq \mu \leq 4.4436$$

بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده، می توان نتیجه گرفت که فرض صفر تایید و فرض مخالف رد می گردد و در سطح اطمینان ۹۵ درصد می توان گفت که کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول باعث کاهش هزینه می شود. با تایید سه فرضیه فرعی الف و ب و ج، نتیجه گرفته می شود که فرضیه اصلی تحقیق نیز تایید می گردد. یعنی در سطح اطمینان ۹۵ درصد می توان گفت : " کاربرد ابزار QFDVA در طراحی محصول، باعث رسیدن به موقعیت رقابتی برتر می شود."

نتیجه گیری

امروزه تمامی مدیران خواهان سازمانهای پویا و انعطاف پذیر بوده تا بتوانند خود را با شتاب دگرگونی های بازار همراه کرده بدین صورت که هزینه ها آنچنان اندک باشد که بتوانند با هر قیمتی که رقبا برگزیند، برابری و ایستادگی نمایند و در نوآوری چنان پیشرفته باشند که کالاها و خدماتشان همواره تازگی داشته باشد و بالاخره خدمات مشتریان را با بالاترین کیفیت انجام دهند. لذا باید از تکنیک هایی جهت حصول اهداف از جمله QFD برای رسیدن به بالاترین کیفیت و تحلیل ارزش برای کاهش هزینه ها استفاده نمایند. در این تحقیق با بکارگیری توام ابزارهای QFD و VA به تشریح هر کدام از ابزارها به تنهایی و همچنین بکارگیری ترکیبی دو ابزار مذکور به دو صورت نظری و موردی پرداختیم تا در حد ممکن بر توانایی های هر یک از ابزارها افزوده شده و ضعف های آنها جبران گردد. QFD تضمین می کند که محصول مناسب طراحی شده و مهندسی ارزش تضمین می کند که طراحی محصول مناسب به بهترین نحو ممکن (کمترین هزینه ممکن) انجام گردیده است. با توجه به نقاط مشترک بسیاری که بین دو روش تحلیل ارزش و گسترش عملکرد کیفیت وجود دارد، تلفیق آنها باعث کامل شدن هر دو روش می شود. از طرف دیگر، مهمترین سوالی که در زمان طراحی یک محصول مناسب مطرح می شود این است که:" بهترین راه برای تخصیص منابع جهت حداکثرکردن رضایت مشتریان چیست؟"پاسخ به این سوال دارای جنبه های مختلفی بوده که روش تلفیقی QFDVA پاسخ مناسبی برای این سوال بدست می دهد. به طور کلی هدف روش QFDVA، تامین نیازهای مشتری و نیز تخصیص بهینه منابع به صورتی مناسب بوده، به طوری که ارزش موردنظر مشتری افزایش یافته و هزینه های تولید محصول کاهش یابد تا از این طریق افزایش سودآوری حاصل گردد. علاوه بر این با توجه به تایید فرضیه های مطرح شده در تحقیق، نشان داده شد که کاربرد ابزار ترکیبی QFDVA در طراحی محصول، از طریق افزایش کیفیت، کاهش هزینه و افزایش فروش محصول، باعث دستیابی به یک موقعیت و مزیت رقابتی برتر نسبت به رقبا می گردد.

منابع

افتخاری، حسن.(۱۳۸۵)."توسعه عملکردکیفیت درشرکت گاز استان خراسان". پایان نامه کارشناسی ارشد چاپ نشده، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف.

جبل عاملی، محمد سعید و دیگران(۱۳۸۳) جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تهران.

جریری، فریدون.(۱۳۸۵)."یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری جهت ملاحظات ساختاری هزینه در برنامه ریزی گسترش عملکرد کیفیت(حالتهای پیوسته و گسسته)". رساله دکتری چاپ نشده، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.

حبیبی راد، امین.(۱۳۸۶)."ارائه یک مدل تلفیقی از مهندسی ارزش(VE) و AHP به منظور طراحیFACELIFT مناسب از خودروی سمند". پایان نامه کارشناسی ارشد چاپ نشده، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه شهید بهشتی.

شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس(۱۳۷۸) مهندسی ارزش در طراحی ، اجرا و بهره برداری(مجموعه مقاله)، تهران.

مومنی، منصور(۱۳۸۷) تحلیل داده های آماری با استفاده از SPSS(چاپ دوم)، کتاب نو، تهران.

Adams, S and Liner , W. F (۱۹۹۷) " Facets of FAST " Save International Conference Proceedings , ۲۲-۲۸ Oktobr.

Akao , Y and Mizuno , S (۱۹۹٤) QFD: The Customer Driven Approach To Quality Planning & Deployment , Asian Productivity Organization.

Besterfield , D . H (۱۹۹۹) Total Quality Management , ۳rd Edition , Prentice Hall.

Cavalca , K . L and Dedini , F . G (۲۰۰٤) " Quality and Reliability Corner . Combined Application of QFD and VA Tolls In The Product Design Process" , International Journal of Quality & Reliabiity Management ,VOL. ۲۱, NO. ۱ , PP. ۲۳۱-۲٥۲.

Gandhinathan , R , Raviswaran , N and Suthakar , M (۲۰۰٤) , " QFD – and VE – Enabeld Target Costing : A Fuzzy Approach" , International Journal of Quality & Reliability Management ,VOL. ۲۱, NO. ۹ ,PP. ۱۰۰۳-۱۰۱۱.

Jariry ,F and Zegordi , S.H ,(۲۰۰۸), "Quality Function Deployment Planning for Platform Design" , Int Adv Manuf Irchnal , VOL. ۳٦ , NO. ۱, PP. ٤۱۹-٤۳۰.

پی نوشت

[۱] *House of Quality*
[۲] *Akao*
[۳] *American Supply Institute*
[٤] *Ford*
[٥] *Lawrence Miles*
[٦] *Society of American Value Engineers*
[۷] *Function Analysis Systems Technique*
[۸] *Cavalca and Dedini*