

طراحی زیبایی محصول با استفاده از مهندسی ارزش

هایده متقی^{۱*}، امین حبیبی راد^۲

۱- استادیار، مدیریت صنعتی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، ایران
۲- کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

پذیرش: ۸۸/۱۰/۹

دریافت: ۸۶/۶/۱۶

چکیده

محیط متحول و بازار رقابتی عصر حاضر، موجب کوتاه‌تر شدن دوره عمر محصول شده است. بنابراین سازمان‌ها اگر بخواهند در چنین محیطی به حیات خود ادامه دهند، ناچارند تا در معرفی محصولات منطبق با خواسته مشتری از رقبای خود عقب نمانند. از طرف دیگر طراحی و ارائه محصول جدید به بازار در برخی از صنایع هزینه‌های هنگفتی را بر سازمان تحمیل می‌کند. صنعت خودروسازی از جمله این صنایع به شمار می‌رود. این تحقیق با تمرکز بر محصول سمند و در شرکت ایران خودرو انجام شده است. معمولاً ارائه یک محصول جدید به بازار با دو محدودیت فوریت انجام این کار و نیز ناکافی بودن منابع مالی همراه است. تغییر طراحی نمای خودرو در نمای خارجی^۱ راهکار مناسبی برای مسئله مذکور می‌باشد. بدین ترتیب در این تحقیق هدف، تعیین قطعاتی است که با توجه به محدودیت‌های سرمایه‌گذاری در صورت تغییر طراحی خودرو، بهترین طرح نمای خارجی را برای مشتری در برداشته باشد. به منظور تحقق هدف مذکور از دو ابزار مهندسی ارزش و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، استفاده شده است. در این تحقیق چهار جامعه آماری مشتریان، خبرگان، طراحان خودرو و برنامه‌ریزان استراتژیک شرکت مدنظر قرار گرفته است و برای جمع‌آوری داده‌ها از دو جامعه مشتریان و طراحان، از نمونه‌گیری استفاده شده است. در نهایت با انجام این تحقیق و با توجه به محدودیت بودجه‌ای پیش روی شرکت، قطعاتی که در نتیجه طراحی مجدد آن‌ها بهترین و زیباترین طرح نمای خودروی سمند طراحی خواهد شد، مشخص شدند که به ترتیب اولویت شامل چهار قطعه

Email: hydehm@yahoo.com

* نویسنده مسئول مقاله:

۱. در اصطلاح خودروسازی به چنین تغییرات طراحی چه در نمای داخلی و چه در نمای خارجی خودرو، Face lift گفته می‌شود.



سپرهای (جلو و عقب)، چراغ‌ها (جلو و عقب)، آینه بغل و زه‌های دور بدنه می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: مهندسی ارزش، شاخص ارزش، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، تکنیک سیستماتیک تحلیل کارکرد.

۱- مقدمه

عملکرد شرکت‌های بزرگ خودروسازی دنیا نشان می‌دهد که توسعه خودرو در مرحله بلوغ آن لازم و ضروری است. علت آن هم سرمایه‌گذاری‌های کلانی است که برای طراحی و تولید یک خودرو انجام می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد، خارج کردن خودرو از بازار، آن هم درست هنگامی که محصول در ابتدای راه سودآوری است، با مفهوم عقلانیت مطرح شده در حوزه مدیریت، تاحدودی در تضاد باشد. در این مرحله شرکت‌ها تلاش می‌کنند با اندک تغییراتی در خودرو که هزینه‌های هنگفتی را متحمل سازمان نکند، از محصول به بار نشسته خود حداکثر بهره‌برداری را بکنند.

بدیهی است که زیبایی محصول به‌عنوان یکی از کارکردهای آن، در ارزش‌آفرینی برای مشتری نقش قابل توجهی را ایفا می‌کند. خودروسازها معمولاً در مرحله بلوغ محصول خود، با تهیه یک طرح Face lift از خودرو تلاش می‌کنند تا ایرادهای ظاهری خودرو را از نظر زیبایی و تا حد ممکن از نظر فنی برطرف سازند و در ازاء مبلغ پرداختی توسط مشتریان برای آنان، ارزش بیشتری را ایجاد کنند. در این تحقیق برآنیم تا با توجه به محدودیت‌های موجود، قطعاتی را برای طرح Face lift خودروی سمند شرکت ایران خودرو تعیین کنیم تا بهترین نتیجه حاصل شود.

۲- به‌کارگیری مهندسی ارزش در طراحی و بهبود محصول و فرآیندها

از مهندسی ارزش نه‌تنها در بهبود ارزش محصولات و پروژه‌ها، که در بهبود فرآیندها و سیستم‌ها نیز استفاده می‌شود. در سال ۱۹۹۵ «ناثالی پرووست^۱» به همراه «راگر گیروکس^۲» در مقاله‌ای با موضوع «چگونه می‌توان با استفاده از تحلیل ارزش فرآیندهای نرم را بهبود

1. Nathalie Provost
2. Roger Giroux

داد؟» از قوانین، مقررات و رویه‌ها به‌عنوان فرآیندهای نرم یاد کردند و در نهایت تحقیقات آن‌ها منجر به ساده‌سازی فعالیت‌های ارتباطی، توسعه یک رویکرد در حال آماده باش برای ارتباطات و بهبود رویه‌ها و فرآیندهایی شد که در معرض ریسک تفسیر به رأی و سوءاستفاده قرار داشتند [۱۴].

در یک تحقیق دیگر که با موضوع «مدیریت مهندسی ارزش در صنعت» در شرکت هندی CGL با موضوع کاری الکترونیک و IT، توسط دونفر به نام‌های «داسگوپتا^۱» و «موجومدار^۲» انجام شد، در طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹ صرفه‌جویی‌هایی معادل ۹۵۰، ۱۶۴۲، ۱۴۶۰، ۱۲۴۲ و ۱۶۲۴ واحد پولی را به‌همراه داشت که در جدول ۱ نشان داده شده است [۱۵].

جدول ۱ مقدار صرفه‌جویی‌ها در نتیجه اجرای مهندسی ارزش در شرکت CGL هند [۱۵، ۴۳]

سال	مبلغ صرفه‌جویی
۱۹۹۵	۹۵۰
۱۹۹۶	۱۶۴۲
۱۹۹۷	۱۴۶۰
۱۹۹۸	۱۲۴۲
۱۹۹۹	۱۶۲۴

در پژوهش دیگری که در سال ۱۹۹۹ با موضوع «مهندسی ارزش در فرآیند توسعه محصول در صنعت خودرو» توسط «دامیر بورسلیک^۳» و «کزار ولانته^۴» در شرکت فیات ایتالیا انجام شد، محققان به‌دنبال آن بودند تا فرآیندی را برای توسعه محصول طراحی کنند، که علاوه بر برآوردن نیازهای بازار و مشتریان، حداقل هزینه را برای شرکت به‌همراه داشته باشد. سرانجام فرآیند طراحی مذکور با استفاده از یک متدولوژی «مدیریت ارزش و هزینه» و با ارائه یک مدل تلفیقی از مهندسی ارزش و الگوبرداری^۵، انجام شد. نتایج این تحقیق برای دو پلتفرم X و Y مربوط به شرکت فیات به‌صورت کاهش هزینه و نیز بهبود در ارزش خلق

1. R. Dasgupta
2. K.J. Mujumdar
3. Damir Borsic
4. Cesare Volante
5. Benchmarking

شده برای مشتری، در جدول ۲ آمده است [۳].

جدول ۲ نتایج اجرای مهندسی ارزش برای بهبود فرآیند توسعه محصول در شرکت فیات ایتالیا [۲، ص ۲۰]

نوع پلتفرم	درصد کاهش هزینه	بهبود ارزش مشتری
X	٪۲۲	٪۷
Y	٪۱۲	٪۱۵
جمع کل	٪۳۴	٪۲۲

در شرکت خودروسازی ولوو نیز پژوهشی مشابه تحقیق فوق با موضوع «ایجاد روشی برای متعادل‌سازی ارزش در توسعه محصول» انجام شد. این تحقیق که توسط «کارل استنباک» و «جان اسونسون» در سال ۲۰۰۴ صورت گرفت، با هدف ابداع روشی برای طراحی و توسعه محصول به نحوی که بین نیازمندی‌های مشتری و هزینه‌ها، تعادلی حاکم شود، انجام شد و با استفاده از یک متدولوژی تلفیقی از VE و QFD مقصود فوق تحقق یافت [۱۷].

لازم به ذکر است، که در به‌کارگیری مهندسی ارزش، استفاده از تکنیک QFD از میان دیگر فنون مدیریتی مرسوم‌تر است. اما محقق با پژوهشی که در مقوله طراحی، همزمان VE و AHP را به‌کار گیرد، مواجه نشده است.

۳- مهندسی ارزش و چگونگی به‌کارگیری آن

جامعه مهندسين ارزش آمریکا (SAVE) در تعريف مهندسی ارزش می‌گوید: «مهندسی ارزش مجموعه تکنیک‌های سیستماتیک و کاربردی برای تشخیص وظایف یک محصول یا خدمت و تولید آن وظایف با حداقل هزینه می‌باشد» [۱۱، ص ۱]؛ به بیان دیگر، مهندسی ارزش ابزاری برای بهبود ارزش محصول یا پروژه است. افزایش کیفیت محصول، کاهش هزینه و به‌طور

1. Carl Stenbeck
2. Johan Svensson
3. Society of American Value Engineers

کلی حذف ضایعات از پیامدهای به‌کارگیری تکنیک مذکور می‌باشد. [۱۱، ص ۳۸۰]

«کارکرد» مفهوم اصلی و اساس مهندسی و مدیریت ارزش است. بدین ترتیب، تحلیل کارکرد مرحله مهمی در مطالعه ارزش محسوب می‌شود. یک سؤال اساسی برای شناسایی کارکرد هر محصول یا پروژه این است که «آیا اگر محصول آن کارکرد را انجام ندهد، دلیلی برای موجودیت آن وجود دارد یا خیر؟» در صورتی که پاسخ این سؤال منفی باشد، همان کارکرد محصول می‌باشد؛ به بیان دیگر، «کارکرد» مأموریت هر محصول محسوب می‌شود [۹، ص ۳].

یکی از وجوه تمایز مهندسی ارزش با دیگر فنون مدیریتی، نگاه «کارکردگرای» آن می‌باشد. به‌علاوه، «شاخص ارزش» نیز از دیگر مفاهیم موردتوجه مهندسی ارزش است. «شاخص ارزش» یک محصول، خدمت و پروژه بدین معناست که به ازای هزینه صرف شده، چه ارزشی برای مشتری خلق شده است. این شاخص به‌صورت

$$ValueIndex(VI) = \frac{\%I(\%W)}{\%C}$$

و $\%C$ درصد هزینه کارکرد مورد مطالعه را نشان می‌دهد. «شاخص ارزش» بهترین ملاک انتخاب اجزاء یا کارکردها برای بهبود است. اجزاء و کارکردهایی که شاخص ارزش کمتر از یک داشته باشند، بهترین گزینه‌های بهبود ارزش محصول یا پروژه خواهند بود [۳؛ ۷؛ ۸؛ ۱۱].

۴- مراحل به‌کارگیری مهندسی ارزش

«مهندسی ارزش» از طریق یک برنامه کاری مدون به‌کار گرفته می‌شود. برنامه کاری که توسط جامعه مهندسان ارزش آمریکا تدوین و به‌کار گرفته می‌شود در شکل ۱ ترسیم شده است.



پیش مطالعه
گردآوری نظرات و خواسته‌های مشتری/ مصرف‌کننده تکمیل اطلاعات، تعیین فاکتورهای ارزیابی و تعیین محدوده مطالعه تصمیم‌گیری راجع به ترکیب تیم
مطالعه ارزش
<p>مرحله اطلاعات تکمیل و گردآوری اطلاعات لازم و تعیین محدوده مطالعه</p> <p>مرحله تحلیل کارکرد شناسایی و دسته‌بندی کارکردها و توسعه مدل‌های کارکردی تعیین اهمیت (بهای) و هزینه کارکردها محاسبه شاخص ارزش و انتخاب کارکردها برای مطالعه و بهبود ارزش</p> <p>مرحله خلاقیت خلق ایده‌ها براساس کارکردها</p> <p>مرحله ارزیابی نرخ‌دهی و درجه‌بندی ایده‌ها و انتخاب بهترین ایده‌ها برای توسعه و تکمیل</p> <p>مرحله توسعه تجزیه و تحلیل مزایای طرح‌ها و گردآوری و تکمیل اطلاعات فنی ایجاد برنامه اجرا و آماده‌سازی پیشنهاد نهایی</p> <p>مرحله ارائه ارائه گزارش شفاهی و کتبی و کسب تعهد مدیریت برای اجرا</p>
پس مطالعه
تکمیل و اجرای تغییرات کنترل و نظارت بر وضعیت

شکل ۱ فرآیند اجرا (برنامه کاری) مهندسی ارزش در انجمن مهندسان ارزش امریکا (SAVE) [۳، ۱۵] [۳، ۱۸]

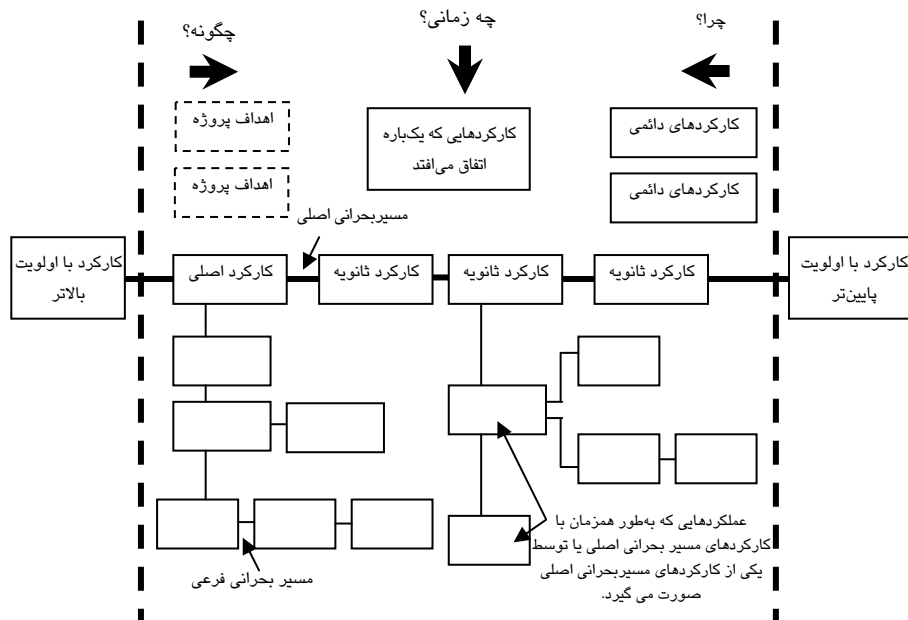
۵- ترسیم نمودار FAST به‌عنوان ابزار تحلیل کارکرد

اگر مرحله تحلیل کارکرد قلب تحلیل / مهندسی ارزش باشد، ترسیم نمودار FAST^۱ شالوده مرحله تحلیل کارکرد به‌شمار می‌آید. اولین گام در ترسیم نمودار FAST یافتن کارکرد اصلی از میان کارکردهای تعریف شده در مرحله قبل است.

برای توسعه و تکمیل نمودار FAST این سؤال مطرح می‌شود که «کارکرد اساسی (اصلی) چگونه انجام می‌شود؟» پاسخ به این سؤال یکی از کارکردهای پشتیبان (ثانوی) خواهد بود. بدین ترتیب در سمت راست کارکرد اصلی یک کارکرد ثانوی نوشته می‌شود و بدین معناست که کارکرد اصلی در نتیجه رخداد کارکرد ثانوی به‌وقوع پیوسته است. در ادامه، سؤال فوق تکرار می‌شود؛ با این تفاوت که در این حالت، کارکرد ثانوی مورد سؤال قرار می‌گیرد.

لازم به ذکر است، که در جواب سؤال مذکور، ممکن است دو یا چند کارکرد ثانوی سطح پایین‌تر پاسخ مناسب باشند. بدین ترتیب این پرسش و پاسخ منطقی منجر به ایجاد یک درخت کارکردی در چند سطح می‌شود و این سلسله‌مراتب کارکردی تا «ابتدایی‌ترین سطوح کارکردی»^۲ در محدوده تعیین‌شده مطالعه پیش می‌رود. [۱؛ ۳؛ ۱۴] به‌طورکلی، برای رسیدن به یک ساختار منطقی و ترسیم صحیح یک نمودار FAST و نیز آزمون صحت چینش کارکردها از سمت راست به چپ، نسبت به هر کارکرد سؤالی تحت عنوان «چرا فلان کارکرد انجام می‌شود؟» صورت می‌گیرد. پاسخ این سؤال باید کارکرد واقع در سمت راست آن باشد، در غیراین‌صورت در ترسیم نمودار FAST اشتباهی رخ داده است. بدین ترتیب الگوریتم سلسله سؤالات «چگونه - چرا» در نهایت، منتهی به یک ساختار درختی از کارکردهای محصول خواهد شد که منجر به تحقق وظیفه اصلی محصول می‌شود. [۳؛ ۱۶] در شکل ۲ قواعد ترسیم نمودار FAST براساس منطق ابداعی راگلز به تصویر کشیده شده است.

1. Function Analysis Systematic Technique
2. Lowest Level Function



شکل ۲ قواعد ترسیم نمودار FAST براساس منطق ابداعی راگلز [۲، ۳، ۱۴]

در روشی که مایلز برای شناسایی کارکردها انجام داد، قطعات موجود در محصول لیست شده و کارکردهای مربوط به هر یک از اجزا و قطعات، مشخص شده است [۱؛ ۱۲، ص ۴۴].

به ازای هر کارکردی در نمودار FAST باید اجزای مربوط به آن کارکرد نیز در خود نمودار و یا در جدول جداگانه‌ای مشخص شوند. در مرحله بعد لازم است تا اهمیت (ارزش) و سپس هزینه مربوط به هرکدام از اجزاء و قطعاتی که برای هر کارکرد مشخص شده‌اند، به دست آید. در نهایت، با محاسبه «شاخص ارزش» برای هر کارکرد یا قطعه، نقاط قابل بهبودی که قابلیت ارزش آفرینی بیشتری دارند، انتخاب خواهند شد.

۶- آشنایی با دیگر تکنیک‌ها و مفاهیم به‌کار رفته در این تحقیق

در این تحقیق علاوه بر VE تکنیک AHP نیز به‌کار رفته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP^۱) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MADM^۲) است، که با توجه به شاخص‌هایی که تصمیم‌گیرنده تعیین می‌کند، به‌منظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد، به‌کار می‌رود. علاوه بر توضیح دو مفهوم VE و AHP از آنجا که موضوع این تحقیق، «طراحی خودرو» و به‌طور ویژه «طراحی Face lift» می‌باشد، نیم‌نگاهی به مفهوم مذکور ضروری می‌نماید. در اصطلاح خودروسازی به تغییراتی که در نمای خارجی^۳ یا نمای داخلی^۴ خودرو صورت می‌گیرد، Face lift^۵ گفته می‌شود. [ص ۷] هرچند تغییر حتی یک جلوپنجره یا چراغ عقب را می‌توان جزء محدوده تعریف شده مفهوم Face lift دانست، اما آنچه که در خودروسازهای جهان صورت می‌گیرد، معمولاً انجام تغییراتی بیش از یک یا دو قطعه می‌باشد؛ بطوری‌که مشتری آن را به‌عنوان یک خودروی جدید می‌پذیرد. توجه شود که در تهیه Face lift خودرو، بهبود کارکردی خودروی فعلی صورت گرفته و خودروی جدیدی با مشخصات فنی متفاوت انجام نمی‌شود.

۷- مراحل انجام کار برای تصمیم‌گیری برای بهترین طراحی Face lift

از خودروی سمنند با استفاده از VE و AHP

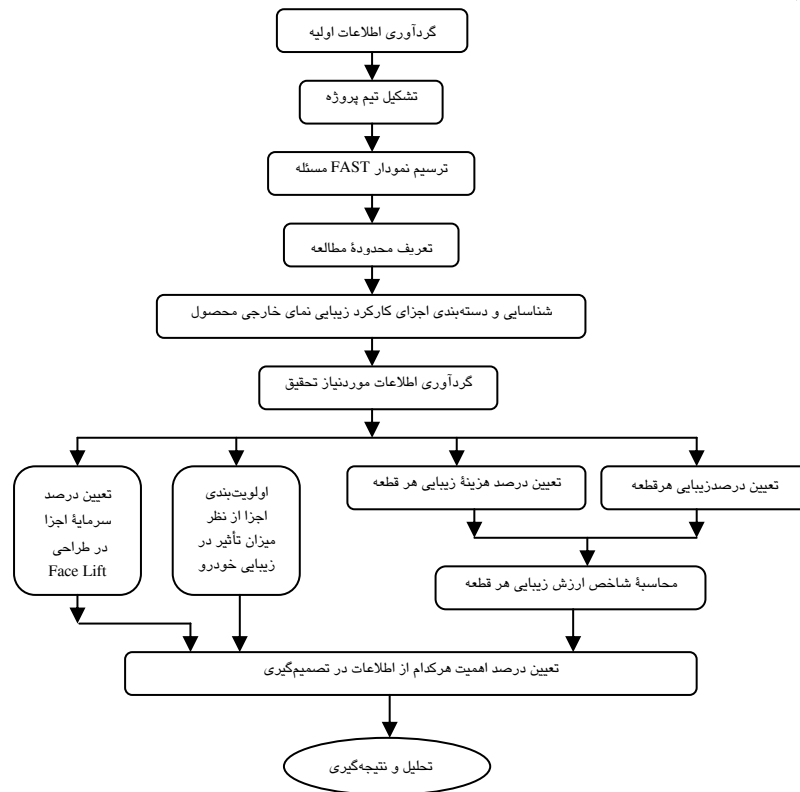
طی کلیه مراحل برنامه کاری مهندسی ارزش یا به‌کارگیری ترکیب‌های مختلفی از برنامه کاری آن بستگی زیادی به هدف مطالعه دارد. بنابراین در مسائل مختلف، بسته به هدف و روش حل آن، می‌توان ترکیب مناسبی از فرآیند مذکور را به‌کار گرفت. این نکته موجب افزایش انعطاف‌پذیری و اثربخشی مهندسی ارزش خواهد بود.

در این تحقیق، از آنجا که انجام «مرحله خلاقیت» مهندسی ارزش به دلیل مشخص بودن گزینه‌های بهبود، ضرورتی نداشت، باید در مرحله ارزیابی، براساس اطلاعات به‌دست آمده از

1. Analytical Hierarchy Process
2. Multiple Attribute Decision Making
3. Exterior
4. Interior
5. Face lift.

در لغت به معنای عمل جراحی کشیدن پوست صورت می‌باشد

مرحله تحلیل کارکرد و فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از میان گزینه‌های موجود، بهترین اجزاء برای طراحی Face lift خودروی سمند، انتخاب شوند. مراحل انجام تحقیق، به صورت شکل ۳ انجام شده است:



شکل ۳ مراحل انجام تحقیق

۸- روش تحقیق

از نظر هدف، این تحقیق در رده «تحقیقات کاربردی» قرار می‌گیرد. با توجه به فرآیند انجام تحقیق که در ادامه بدان اشاره خواهد شد، چهار جامعه آماری معرفی خواهد شد. به دلیل آنکه محاسبه

هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نتیجه تغییر طرح هریک از اجزاء نمای خارجی خودروی سمند، یکی از داده‌های مورد استفاده تحقیق است، به‌طور کلی پنج دسته داده در این تحقیق به‌کار رفته است. چهار جامعه آماری مذکور برای گردآوری داده‌ها به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

الف. مشتریان خودروی سمند در سطح شهر تهران (تعیین نظر مشتریان نسبت به زیبایی نمای خارجی خودروی سمند)

ب. خبرگان صاحب‌نظر برای محاسبه هزینه زیبایی هر قطعه (برای به‌دست آوردن هزینه زیبایی اجزای نمای خارجی سمند)

ج. متخصصان طراحی خودرو (برای تعیین میزان تأثیر هر قطعه از نمای خارجی در زیبایی خودرو)

د. تصمیم‌گیران استراتژیک شرکت ایران خودرو (برای تعیین میزان اهمیت هرکدام از عوامل سه‌گانه تصمیم‌گیری برای تهیه Face lift)

در این تحقیق، از جامعه آماری بندهای ب و د، استفاده شده و در مورد جوامع الف و ج از نمونه‌گیری استفاده شده است. حجم نمونه‌ها در مورد جامعه مشتریان ۴۵۰ نفر بوده که از قاعده تعیین حجم نمونه مطابق با اصل مورگان استفاده شده و حجم نمونه جامعه طراحان خودرو نیز پنج نفر بوده است. تعداد جامعه خبرگان ۱۲ نفر بوده که در نهایت ۱۰ نفر از آن‌ها با تیم پروژه همکاری داشتند.

برای اخذ اطلاعات از جوامع الف و ب از روش پرسشنامه استفاده شده و داده‌های ج و د، با استفاده از مصاحبه و ماتریس مقایسات زوجی به‌دست آمده است. روش نمونه‌گیری مربوط به جامعه مشتریان، نمونه‌گیری خوشه‌ای و به دلیل اهمیت نظر طراحان خودرو، برای جامعه مذکور از روش نمونه‌گیری قضاوتی استفاده شده است. روایی پرسشنامه‌ها به تأیید صاحب‌نظران و متخصصان امر رسیده و برای پایایی، از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است. مقدار ضریب مذکور برای کل سؤالات پرسشنامه مشتریان با استفاده از نرم افزار SPSS، عدد ۰/۹۳ را نشان می‌دهد. برای اطمینان از سازگاری میان ماتریس‌های مقایسه زوجی، در روش AHP، نسبت سازگاری به‌دست آمده برای همه آن‌ها کمتر از ۰/۱ بوده که حاکی از وجود سازگاری و قابلیت اطمینان در مورد داده‌های حاصل از آن‌ها می‌باشد.



۹- محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها

۹-۱- گردآوری اطلاعات اولیه

در مرحله گردآوری اطلاعات اولیه در فرآیند مهندسی ارزش از دو منبع اولیه و ثانویه استفاده می‌شود. منبع اولیه یا دست‌اول، خود بر دو نوع افراد و مستندات است. منبع افراد شامل بازار یا مشتری، طراح اصلی، تیم هزینه‌یابی، افرادی که فعالیت‌های خدمات منطقه‌ای یا نگهداری و تعمیرات را برعهده دارند، سازندگان و طراحان سیستم و مشاوران می‌باشد. مستندات هم شامل نقشه‌ها و ترسیم‌ها، ویژگی‌ها و مشخصات پروژه، طرح پروژه و ... می‌باشد. منابع ثانویه شامل تأمین‌کنندگان محصولات مشابه، مستنداتی مانند استانداردهای طراحی و مهندسی، قوانین و مقررات، نتایج تست و آزمایش، گزارشات عیوب و نقصان‌ها و مجلات تجاری و منبع عمده دیگر پروژه‌های مشابه می‌باشد. به‌علاوه اطلاعات و داده‌های کمی نیز بسیار مطلوب می‌باشد. منبع ثانویه دیگر «بازدید از محل» توسط تیم مهندسی ارزش می‌باشد. [۱۸، ص ۴] در همین راستا آشنایی با فرآیند طراحی خودرو و واحد مربوطه، به‌دست آوردن نقشه‌های فنی خودروی سمنند، چندین مرحله بررسی و مطالعه خط تولید سمنند، آشنایی و برقراری ارتباط با واحدهای سازمانی درگیر، آشنایی و برقراری ارتباط ویژه با واحد طراحی صنعتی که در تعریف هرچه مؤثرتر و انجام پروژه همکاری داشته، آشنایی با فرایند طراحی نمای ظاهری خودرو (داخلی^۱ و خارجی^۲) و بازدید از استودیو طراحی و مشاهده نحوه تبدیل نقشه‌ها به مدل‌های کلی خودرو که راهنمای ساخت قالب‌های خودرو می‌باشد و بسیاری موارد دیگر، از جمله فعالیت‌های انجام شده بوده است.

۹-۲- تعریف تیم پروژه (تحقیق)

تعیین اعضای تیم در یک مطالعه ارزش، بدون اغراق یکی از مهم‌ترین مراحل به‌شمار می‌آید، زیرا در صورتی که افراد تیم به درستی انتخاب شده و از رهبری آگاهی نیز برخوردار باشند، می‌توان تقریباً مطمئن شد که تحلیل/ مهندسی ارزش مطالعه اثربخشی باشد. در این میان نقش رهبر تیم، تعیین‌کننده است [۷، ص ۱۴۸]. قدرت خلاقیت و نوآوری و نیز قابلیت انجام

1. Interior
2. Exterior

کار تیمی خوب، توسط اعضای تیم، از رموز اصلی موفقیت یک تیم مطالعه ارزش به‌شمار می‌رود و در این میان، رهبر گروه - که خود عضوی از تیم VE محسوب می‌شود - نقش کلیدی خواهد داشت. عملکرد گروه و مؤثر بودن آن بستگی زیادی به شخصیت رهبر تیم، مهارت‌ها و عملکرد وی دارد [۱۴، ص ۱۷۸]. به‌منظور تعریف تیم، ابتدا واحدهای درگیر شناسایی شده و سپس افراد موردنیاز از هرکدام از واحدهای ذی‌ربط به همکاری در پروژه دعوت شدند. توجه به سه عامل، داشتن اطلاعات کافی و مرتبط با موضوع پروژه (تحقیق)، علاقه‌مندی و صرف زمان کافی برای پروژه، از ملاک‌های انتخاب تیم پروژه بود. تعداد افراد تیم ۹ نفر بوده که از واحدهای تحقیقات و توسعه، طراحی صنعتی، مطالعات استراتژیک، فروش و بازاریابی، مهندسی و تولید انتخاب شده‌اند.

۳-۹- ترسیم و تحلیل نمودار FAST مسئله

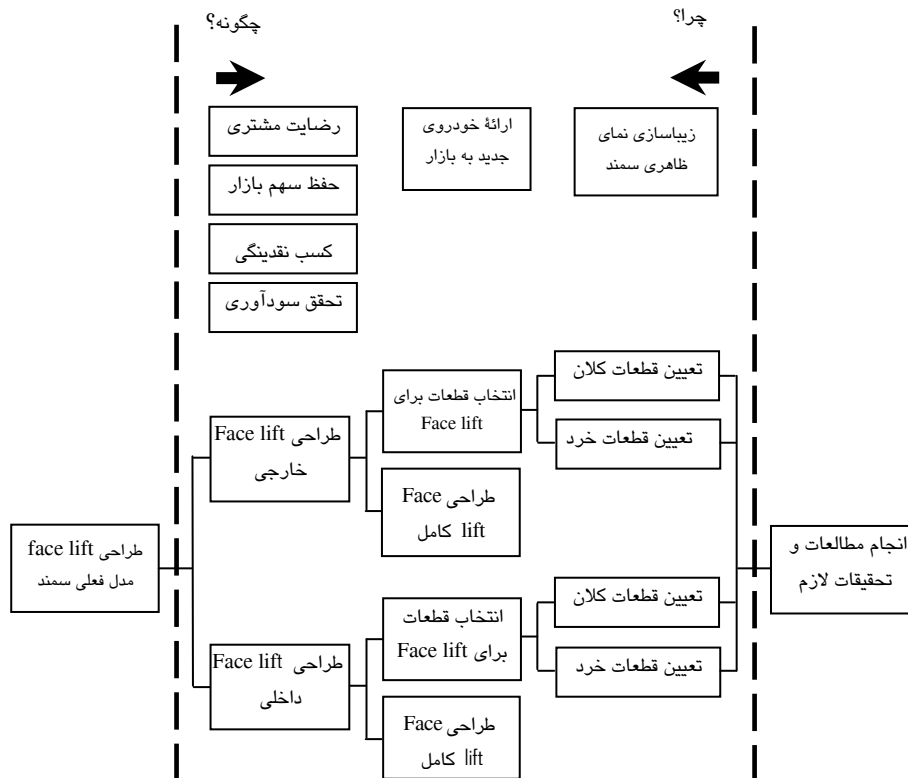
با استفاده از ابزار نمودار FAST و با نگاه کارکردگرای مهندسی ارزش، راهکارهای متفاوت حل مسئله مورد بررسی قرار گرفت. به منظور طراحی یک خودروی جدید و معرفی آن به بازار، برای حفظ سهم بازار و نیز رضایت مشتری، سه راهکار زیر قابل تأمل بود:

۱- طراحی کامل یک خودرو؛

۲- طراحی خودرویی با استفاده از پلتفرم‌های موجود؛

۳- طراحی یک مدل Face lift.

تحقق رضایت مشتری، برای شرکت ایران خودرو با دو محدودیت زمان و هزینه مواجه بود؛ بدین معنا که از یک طرف شرکت باید محصول جدیدی را به بازار معرفی کند و از طرف دیگر مبلغ سرمایه‌گذاری لازم با توجه به وضعیت نقدینگی شرکت، از مبلغ موردنظر بیشتر نباشد. راهکارهای اول و دوم به دلیل زمانبر بودن و نیز ضرورت صرف هزینه‌های هنگفت، محل بحث و مطالعه بیشتر نبود و تمرکز تیم پروژه به گزینه سوم معطوف شد. در نهایت نمودار FAST برای مسئله اخیر به صورت آنچه که در شکل ۴ ترسیم شده است، تهیه شد.



شکل ۴ نمودار FAST برای طراحی Face lift سمند

۴-۹- تعریف محدوده مسئله

تیم تحلیل/ مهندسی ارزش محدوده مطالعه را برای انجام یک مطالعه مشخص تعریف می‌کند. این محدوده براساس موضوعیت مطالعه ارزش مشخص می‌شود؛ برای مثال، در صورتی که قرار باشد، محصول از نظر زیبایی مورد تحلیل قرار گیرد، کارکردها، عملکردها، اجزاء و قطعاتی که به صورت مستقیم و غیرمستقیم تأثیری در مقوله زیبایی محصول ندارند، از محدوده مطالعه خارج می‌شوند.

تعیین محدوده مطالعه از آن برای اهمیت دارد که حتی‌الامکان از انحراف مطالعه

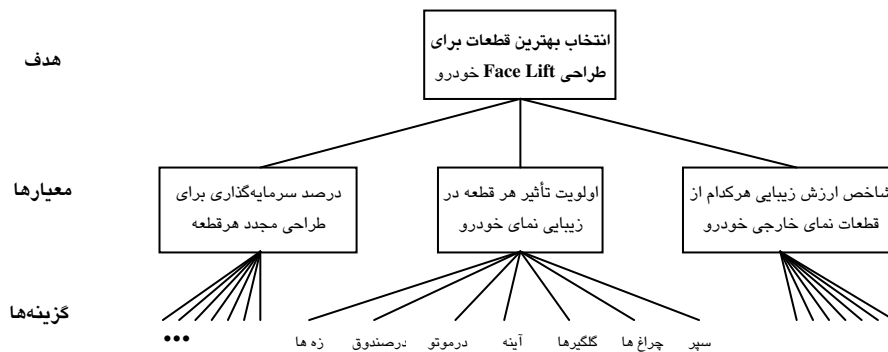
جولوگیری می‌کنند و توانایی تیم را بر موضوع خاصی برای دستیابی به بهترین نتایج متمرکز می‌سازد. محدوده مطالعه نقطه آغاز و نقطه پایان (تکمیل) مطالعه را نشان می‌دهد؛ بدین ترتیب هرآنچه را که شامل مطالعه مذکور نمی‌شود، تعیین می‌کند. تعیین محدوده مطالعه کمک شایان توجهی در «مرحله اطلاعات» برای تعریف اطلاعات لازم و «مرحله تحلیل عملکرد»، برای ترسیم مدل کارکردها به تیم تحلیل/ مهندسی ارزش خواهد کرد. [۱۸، ص ۴] با استفاده از نمودار FAST محدوده مطالعه به صورت «تعیین بهترین قطعات کلان نمای خارجی خودروی سمند، به منظور طراحی Face lift بهینه با در نظر گرفتن محدودیت‌های زمانی و بودجه‌ای»، تعریف شد. ملاحظه می‌شود که در این تحقیق طراحی Face lift (بهینه) بالاترین سطح کارکرد و انجام مطالعات لازم برای تعیین بهترین قطعات برای طراحی Face lift پایین‌ترین سطح کارکرد خواهند بود. محدوده مطالعه از نظر اجزاء و قطعات نمای سمند، شامل سپرهای جلو و عقب، چراغ‌های جلو و عقب، درب موتور، درب صندوق عقب، گلگیرهای جلو و عقب، آینه بغل و زه‌های بدنه می‌باشد.

۹-۵- شناسایی و دسته‌بندی اجزای مربوط به کارکرد زیبایی محصول

در روشی که لاورنس دی مایلز برای شناسایی کارکردها انجام می‌داد، قطعات موجود در محصول لیست شده و کارکردهای مرتبط به هریک از اجزا و قطعات، مشخص شده است. [۱۲، ص ۴۴؛ ۱] در ادامه کار، با همکاری تیم طراحی صنعتی کلیه قطعات نمای خارجی اعم از خرد و کلان، مشخص شده که از میان آن‌ها اجزایی که قابلیت طراحی مجدد در Face lift را دارند، به صورت ۷ دسته چراغ‌ها (شامل چراغ‌های جلو و عقب)، سپرها (شامل سپرهای جلو و عقب)، گلگیرها (شامل گلگیرهای جلو و عقب در دو طرف بدنه خودرو)، آینه بغل، درب موتور، درب صندوق و زه‌های دور بدنه طبقه‌بندی شد. برای به دست آوردن هزینه زیبایی هرکدام از مجموعه قطعات هفتگانه فوق، هزینه‌های مربوط به زیبایی کلیه اجزاء موجود در آن‌ها، اعم از خرد و کلان، مدنظر قرار گرفت. لازم به ذکر است، مجموعه قطعات هفتگانه اجزایی هستند که معمولاً در طراحی Face lift خودروها، کاندیدای طراحی مجدد می‌باشند.

۹-۶- گردآوری اطلاعات موردنیاز تحقیق

داده‌ها و اطلاعات به‌دست آمده در این مرحله، در واقع اساس و بنیان انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل‌هایی است که تحقق نتایج تحقیق را دربرخواهد داشت. از جمله فعالیت‌های مهم این مرحله می‌توان به طراحی و توزیع پرسشنامه‌ها، مصاحبه با طراحان خودرو، خبرگان و تصمیم‌گیران استراتژیک شرکت برای تکمیل ماتریس‌های مقایسات زوجی و محاسبه هزینه زیبایی و نیز تعیین مقدار سرمایه‌گذاری در نتیجه تغییر طرح قطعات نمای خارجی خودرو اشاره کرد. تلفیق داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها «شاخص ارزش» کارکرد زیبایی هر کدام از اجزای نمای خارجی سمند را نتیجه می‌دهد. در نتیجه با مصاحبه با طراحان خودرو و استفاده از روش AHP، مقدار تأثیر هر جزء در زیبایی ظاهری خودرو به‌دست می‌آید. در نهایت با استفاده از همین روش، در نتیجه مصاحبه با تصمیم‌گیران استراتژیک شرکت، وزن هر کدام از عوامل سه‌گانه فوق در تهیه طرح Face lift سمند تعیین خواهد شد. اگر بخواهیم براساس تکنیک AHP درخت مدنظر برای تصمیم‌گیری را ترسیم کنیم، به الگویی دست خواهیم یافت، که در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵ تشریح مسئله براساس درخت AHP

شاخص ارزش کسری است که صورت آن اهمیت و مخرج آن هزینه کارکرد زیبایی را نشان می‌دهد. به‌علاوه، روش AHP نزد معیار «اولویت تأثیرگذاری هر قطعه در زیبایی خودرو» مورد استفاده قرار گرفته که در ادامه، درخت مربوط به آن ترسیم خواهد شد. به

منظور بالابردن دقت تحقیق و نتایج حاصل از آن، برای دستیابی به دو معیار دیگر از روش‌های پرسشنامه، انجام محاسبات و نظر خبرگان استفاده شده است. در انتها نیز با استفاده از تکنیک AHP وزن اهمیت نسبی هر کدام از این سه دسته اطلاعات به دست آمده و مؤثرترین قطعات با توجه به محدودیت‌های ذکر شده، برای طراحی بهترین Face Lift مشخص شده‌اند.

۱-۶-۹- تعیین اهمیت زیبایی (درصد زیبایی) هر قطعه (صورت کسر شاخص ارزش)

اهمیت، یک عامل کیفی می‌باشد و برای آنکه به همراه هزینه بتوان از آن استفاده کرد، باید آن را نیز به صورت کمی درآورد. برای این کار روش‌های مختلفی وجود دارد. در متدولوژی مهندسی ارزش از چندین روش استفاده می‌شود. طراحی و استفاده از پرسشنامه‌هایی که بتواند نظر مشتری یا کسانی که صلاحیت تعیین اهمیت (بهای) کارکردها یا اجزای محصول را دارند، اندازه‌گیری نماید، راهکار مناسبی خواهد بود. در این حالت استفاده از تکنیک رتبه‌بندی ساده^۱، کاربرد بیشتری دارد. از دیگر فنون مورد استفاده برای سنجش اهمیت یک کارکرد یا قطعه می‌توان به تکنیک رتبه‌بندی متناوب^۲، تکنیک رتبه‌بندی پی‌درپی^۳، تکنیک مقایسات زوجی^۴ (شامل مقایسات زوجی ساده^۵ و وزنی^۶)، روش مقایسات زوجی هزینه‌ای^۷، روش تخمین مستقیم اهمیت (DME)^۸، روش نرخ‌دهی دسته‌ای (طبقه‌ای)^۹ و نیز تکنیک آنالیز معیار^{۱۰} اشاره کرد.

در رتبه‌بندی ساده که از میان روش‌های فوق کاربرد بیشتری در تعیین اهمیت و ارزش کارکردها و اجزای محصول یا پروژه دارد، روش کار بدین صورت است که، ابتدا موارد رتبه‌بندی شده، سپس به آن‌ها مقدار اختصاص داده می‌شود؛ به عبارت دیگر، موارد لیست شده براساس اهمیت مرتب می‌شوند، سپس عددی به هر مورد اختصاص می‌یابد؛ به

1. Simple Ranking
2. Alternate Ranking
3. Successive Ranking
4. Pair Comparison
5. Regular Pair Comparison
6. Scaled Pair Comparison
7. Pair Cost Comparison
8. Direct Magnitude Estimation
9. Category Scaling
10. Criteria Analysis

طوری که بالاترین عدد به معنای بهترین مورد باشد. بدین ترتیب در پرسشنامه‌ای که برای اندازه‌گیری اهمیت و ارزش چندین مورد طراحی می‌شود، می‌توان یک طیف امتیاز را برای آن‌ها در نظر گرفت [۱، ص ۲۱].

در پرسشنامه تهیه شده که توسط مشتریان برای تعیین میزان زیبایی هر قطعه تکمیل شده، از روش رتبه‌بندی ساده استفاده شده است. با توجه به آنکه مقیاس طیف ۹ امتیازی پرسشنامه، از نوع مقیاس فاصل‌های می‌باشد، بهترین شاخص برای جمع‌بندی داده‌های هر قطعه از میان نظرات مشتریان، محاسبه میانگین امتیازها به ازاء هر قطعه می‌باشد. از طرف دیگر می‌دانیم که، باید در طراحی Face lift خودرو، هماهنگی قطعات هم‌خانواده حفظ شود. بدین ترتیب برای محاسبه درصد اهمیت قطعات هفتگانه و کلان نمای خارجی سمنند، میانگین میانگین‌های قطعات مرتبط محاسبه شده که نتیجه آن در جدول ۳ آمده است.

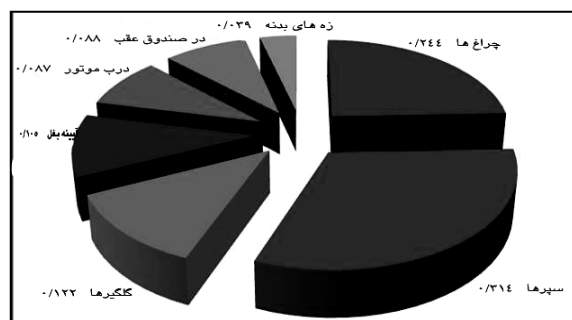
جدول ۳ درصد زیبایی مجموعه قطعات هفتگانه در تهیه Face lift

ردیف	نام مجموعه قطعه	شماره سؤالات ترکیب شده	نمای مربوطه	میانگین میانگین‌ها (امتیاز زیبایی)	درصد زیبایی
۱	چراغ‌ها	۱ و ۱۱	جلو و عقب	۵/۱۵	۰/۱۵۰۵
۲	سپر‌ها	۴ و ۱۳	جلو و عقب	۴/۸۸	۰/۱۴۲۷
۳	کلگیرها	۷ و ۸	هر دو بغل	۵/۱۰	۰/۱۴۹۱
۴	آینه بغل	۲	جلو	۵/۰۲	۰/۱۴۶۸
۵	درب موتور	۳	جلو	۵/۴۳	۰/۱۵۸۹
۶	درب صندوق	۱۲	عقب	۴/۹۷	۰/۱۴۵۵
۷	زه‌های دور بدنه	۹	بغل	۳/۶۵	۰/۱۰۶۶
۱	جمع کل			۳۴/۲۰	

۲-۶-۹- تعیین هزینه زیبایی (درصد هزینه) هر قطعه (مخرج کسر شاخص ارزش) به ازاء هر کارکردی در نمودار FAST، باید اجزای مربوط به آن کارکرد نیز در خود نمودار یا در جدول جداگانه‌ای مشخص شوند. عموماً با استفاده از اطلاعات هزینه‌یابی، هزینه هرکدام از اجزاء و قطعاتی که برای هر کارکرد مشخص شده‌اند، به دست می‌آید. در صورتی که کارکردهای مشخص شده از نظر اجزاء و قطعات، هیچ‌گونه همپوشانی و

اشتراکی با هم نداشته باشند - بدین معنا که مجموعه قطعات مربوط به هر کارکرد، در کارکرد دیگر مورد استفاده نباشد (که در عالم واقع تقریباً چنین اتفاقی غیرممکن به نظر می‌رسد) - تخصیص هزینه‌ها به سادگی انجام می‌شود؛ اما در صورتی که کارکردها از نظر قطعات با هم اشتراک و همپوشانی^۱ داشته باشند، با استفاده از نظر خیرگان، ابتدا باید تعیین شود که به لحاظ هزینه‌ای، چند درصد هزینه قطعه مربوط به هریک از کارکردهاست، سپس درصد هزینه هر قطعه برای هر کارکرد در کل هزینه آن قطعه ضرب شده که مجموع آن برای کلیه قطعات مربوط به یک کارکرد، هزینه آن کارکرد را مشخص می‌کند [۲، ص ۲۵؛ ۳].

برای محاسبه شاخص ارزش لازم است تا هزینه‌ای را که برای اجزاء یا کارکرد مورد مطالعه صرف می‌کنیم، در اختیار داشته باشیم. بدیهی است که در این مرحله علاوه بر روش‌های کمی، می‌توان از روش‌های کیفی مانند تکنیک گروه اسمی، طوفان فکری، دلفی و ... استفاده کرد. برای به دست آوردن هزینه زیبایی، محاسبات انجام گرفته و پرسشنامه‌هایی که توسط صاحب‌نظران در این زمینه تکمیل شد، مبنای کار قرار گرفت. با توجه به نوع مقیاس داده‌ها، بهترین روش تعیین یک عدد به عنوان هزینه زیبایی برای هر قطعه، آن است که میانگین نظر ۱۰ نفر متخصص به دست آید. سپس مجموع میانگین‌ها را به دست آورده و برای محاسبه درصد هزینه زیبایی هر جزء، میانگین متناظر با آن را بر مجموع میانگین‌ها تقسیم می‌کنیم. نمودار ۱ درصد هزینه زیبایی هر قطعه را نشان می‌دهد:

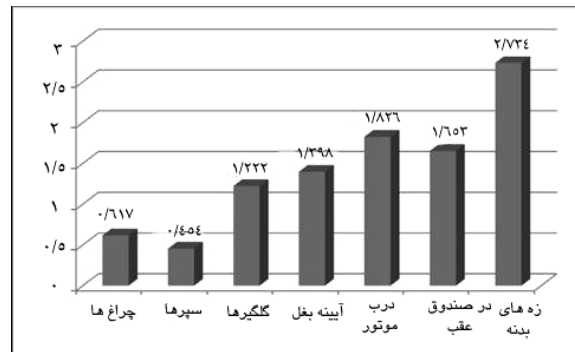


نمودار ۱ درصد هزینه زیبایی هرکدام از قطعات نمای خارجی سمند

۳-۶-۹- محاسبه شاخص ارزش کارکرد زیبایی و تعیین اجزاء برای مطالعه بیشتر

پس از محاسبه درصد اهمیت و درصد هزینه هر کارکرد یا هر قطعه، شاخص ارزش که به صورت کسر $ValueIndex(VI) = \frac{\%I(\%W)}{\%C}$ می باشد، برای هر کارکرد یا جزء محاسبه می شود که در آن %I اهمیت (%W درصد بها) و %C درصد هزینه کارکرد مورد مطالعه را نشان می دهد [۳؛ ۷؛ ۸؛ ۱۰]. شاخص ارزش به عنوان معیاری برای اندازه گیری ارزش به کار می رود [ص ۲۵۶، ۱۰]. شاخص ارزش یک عدد بدون بعد است و همین امر سبب می شود که ارزش نسبت داده شده به هر کارکرد یا قطعه (جزء) قابل مقایسه باشد. بدیهی است که شاخص ارزش بزرگتر بیانگر آن است که آن کارکرد یا قطعه از ارزش بالاتری برخوردار است. مبنای در سنجش شاخص ارزش عدد ۱ می باشد و آن درحالی رخ می دهد که درصد هزینه و درصد اهمیت برای یک کارکرد یا قطعه برابر باشند. بنابراین شاخص ارزش بیشتر از ۱ نشان دهنده آن است، که به ازاء یک واحد هزینه صرف شده، ارزش بیشتری خلق شده است. از آنجا که معمولاً مقیاس اعداد به دست آمده برای «اهمیت» و «هزینه» همسان نیست، برای به دست آوردن شاخص ارزش از % هزینه و % اهمیت (بها) استفاده می شود.

حال اطلاعات به دست آمده از دو بند اخیر بگونه ای است که با توجه به نوع دسته بندی اجزاء و قطعات، به راحتی می توان در راستای محاسبه «شاخص ارزش» اقدام نمود. با استفاده از فرمول مربوطه، شاخص ارزش کارکرد زیبایی برای هر قطعه به صورت نمودار ۲ به دست می آید.

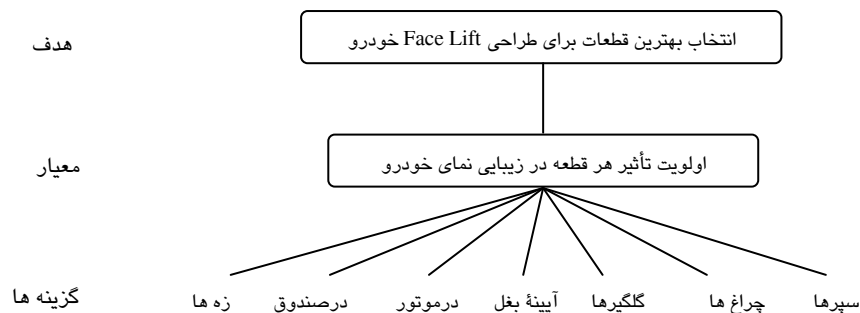


نمودار ۲ شاخص ارزش زیبایی قطعات نمای خارجی خودروی سمند

همان‌طور که پیشتر دیدیم، شاخص ارزش برای تعیین زمینه‌های بهبود و نقاطی که قابلیت خلق ارزش بیشتری را دارند، به‌کار می‌رود؛ بدین ترتیب که هر کارکرد یا جزئی که شاخص ارزش کمتر از یک داشته باشد، زمینه ادامه مطالعات ارزش را فراهم می‌نماید.

۴-۶-۹- تعیین الویت (وزن نسبی) اجزاء از نظر تأثیر در زیبایی خودرو

در این مرحله این نکته به‌دست می‌آید که از نظر طراحان صنعتی و هنر طراحی خودرو، کدامیک از قطعات سهم بیشتری در تغییر نمای خودرو و زیباسازی آن دارند. درخت AHP برای معیار فوق به‌صورت شکل ۶ ترسیم می‌شود.



شکل ۶ درخت AHP برای انتخاب بهترین قطعات برای طراحی Face Lift براساس معیار میزان تأثیر هرکدام در زیبایی خودرو

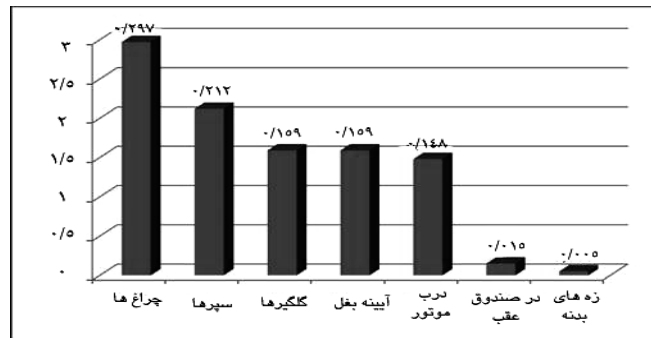
برای به دست آوردن وزن نسبی هر کدام از اجزاء از نظر تأثیر در زیبایی خودرو، با استفاده از روش AHP ابتدا میانگین هندسی به ازاء هر آرایه از ماتریس‌های مقایسات زوجی محاسبه شده که در نتیجه آن ماتریس مقایسات نرمال شده به دست آمد. سپس در ادامه کار وزن نسبی برای هر قطعه محاسبه شد. نتیجه مذکور در جدول ۴ ملاحظه می‌شود.

جدول ۴ محاسبه و تعیین وزن اجزای نمای خارجی از نظر تأثیر در زیبایی

ردیف	نام قطعه	وزن نسبی (میزان اهمیت)
۱	مجموعه چراغ‌ها (جلو و عقب)	۰/۲۳۷
۲	مجموعه سپر (جلو و عقب) با جلو پنجره	۰/۳۳۴
۳	درب موتور	۰/۱۲۴
۴	مجموعه درب صندوق عقب	۰/۱۳۷
۵	مجموعه گلگیرها (جلو و عقب)	۰/۰۸۳
۶	سری کامل زه‌های دور بدنه خودرو	۰/۰۲۹
۷	آینه بغل	۰/۰۵۳
	جمع اوزان	۱

۵-۶-۹- تعیین سهم نسبی اجزاء از نظر سرمایه گذاری در طراحی Face lift

با توجه به اینکه در این تحقیق در تهیه Face lift از خودرو، طراحی مجدد قطعات هفتگانه مذکور مدنظر قرار می‌گیرد، بنابراین می‌توان چنین تصور کرد که اگر کلیه قطعات مذکور در یک Face lift از خودروی سمند (که می‌توان از آن به عنوان یک Face lift کامل نام برد) دوباره طراحی شود، کل مبلغ سرمایه‌گذاری معادل با مجموع سرمایه‌گذاری‌ها به ازای تغییر در طراحی تک‌تک آن‌ها خواهد بود؛ بنابراین از تقسیم هزینه سرمایه‌گذاری طراحی مجدد هر جزء به مجموع آن‌ها می‌توان نسبت هزینه سرمایه‌گذاری را نیز به دست آورد. محاسبات انجام شده نشان می‌دهد که، مجموع کل سرمایه‌گذاری (تهیه یک Face lift کامل از خودروی سمند)، مبلغی بالغ بر ۹/۴ میلیارد تومان خواهد بود. نمودار ۳ متوسط سهم هر کدام از اجزای کلان نما را در صورت تغییر طراحی، نشان می‌دهد.



نمودار ۳ نسبت سرمایه‌گذاری برای تهیه face lift هرکدام از اجزاء

۷-۹- تعیین اهمیت نسبی هر کدام از اطلاعات برای تصمیم‌گیری

تاکنون تلاش شد تا با گردآوری و تحلیل داده‌ها، اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری به دست آید. مشاهده شد که از راه‌ها و روش‌های متعددی، اطلاعات مربوطه به دست آمد. آنچه که تاکنون به دست آمده شامل موارد زیر است:

- ۱- اطلاعات مربوط به نظر مشتریان در مورد زیبایی اجزای نمای ظاهری خودروی سمند؛
- ۲- اطلاعات مربوط به هزینه زیبایی اجزای نمای ظاهری خودروی سمند؛
- ۳- اطلاعات مربوط به وزن نسبی (اولویت) هر کدام از قطعات نمای ظاهری در زیبایی خودروی سمند؛
- ۴- اطلاعات مربوط به هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نتیجه تغییر طرح هر کدام از قطعات مذکور.

به علاوه اطلاعات حاصل از بند ۱ و ۲ با هم تلفیق شده و «شاخص ارزش» زیبایی هر جزء محاسبه و در نهایت، سه دسته اطلاعات به دست آمد. در حال حاضر آنچه ضرورت دارد آن است که اهمیت و میزان تأثیرگذاری این سه دسته اطلاعات در تصمیم نهایی مشخص شود. جدول ۵ اوزان سه عامل فوق را که در نتیجه مصاحبه با برنامه‌ریزان استراتژیک شرکت به دست آمده، نشان می‌دهد.

جدول ۵ محاسبه و تعیین میزان اهمیت هرکدام از دسته اطلاعات برای تصمیم‌گیری رضایتبخش

ردیف	عنوان اطلاعات مورد نیاز	وزن نسبی (میزان اهمیت)
۱	شاخص ارزش کارکرد زیبایی	۰/۵۸۲
۲	تأثیر هر جزء در زیبایی خودرو	۰/۲۲۸
۳	هزینه سرمایه‌گذاری طرح نوی اجزاء	۰/۱۸۹
	جمع اوزان	۱

۸-۹- تصمیم‌گیری (ارزیابی) برای تعیین بهترین قطعات برای تهیه Face lift

خارجی سمند

همان‌طور که دیدیم در سه مرحله مجزا، اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری در مورد طرح جدید نمای خارجی خودروی سمند احصاء شد و در گام بعدی اهمیت و ارزشمندی هرکدام از آن‌ها به دست آمد. بدین ترتیب اساس این تحقیق مبتنی بر سه دسته اطلاعات مذکور، به علاوه اهمیت هرکدام، تصمیم بهینه را برای سازمان رقم خواهد زد. قبل از انجام محاسبات نهایی و اخذ تصمیم، لازم است تا اصلاحاتی در داده‌ها و اطلاعات به دست آمده لحاظ شود. نوع و علت اعمال این دو اصلاح به شرح زیر است:

[۱] نسبت‌های مربوط به «شاخص ارزش» باید به طریقی نرمالیزه شود که مجموع آن‌ها مساوی عدد ۱ باشد. در صورتی که این کار انجام نشود، نمی‌توان کلیه اطلاعات تحقیق را مورد استفاده قرار داد، زیرا نسبت‌های سرمایه‌گذاری و تأثیر قطعات در زیبایی خودرو، به گونه‌ای محاسبه شده‌اند، که مجموع آن‌ها در هر شرایطی مساوی ۱ خواهد بود. این در حالی است که حد بالای مجموع نسبت «شاخص ارزش» بسته نیست و هر عددی را می‌تواند اختیار کند. به منظور رفع این مشکل کسر «شاخص ارزش» را به ازای هر جزء بر مجموع آن‌ها تقسیم کرده و بدین ترتیب «درصد شاخص ارزش» هر کدام از قطعات مطابق جدول ۶ به دست خواهد آمد.

جدول ۶ محاسبه درصد شاخص ارزش بمنظور همسان‌سازی اطلاعات مورد استفاده

ردیف	نام قطعه	شاخص ارزش زیبایی	درصد شاخص ارزش
۱	مجموعه چراغ‌ها	۰/۶۱۷	۰/۰۶۲
۲	مجموعه سپرها	۰/۴۵۴	۰/۰۴۶
۳	مجموعه گل‌گیرها	۱/۲۲۲	۰/۱۲۳
۴	آینه بغل	۱/۳۹۸	۰/۱۴۱
۵	درب موتور	۱/۸۲۶	۰/۱۸۴
۶	مجموعه در صندوق عقب	۱/۶۵۳	۰/۱۶۷
۷	مجموعه زه‌های دور بدنه	۱/۷۳۴	۰/۲۷۶
	جمع کل	۹/۹۰۴	۱

۲- با توجه به اولویت‌بندی‌های انجام شده، این نتیجه به دست می‌آید که اولویت طراحی هر قطعه نزد هر کدام از عوامل اثرگذار بر تصمیم‌گیری به شرح زیر است:
الف- اجزاء و قطعاتی که شاخص ارزش کمتری دارند، برای طراحی مجدد در اولویت هستند.

ب- منطقی است که اجزاء و قطعاتی که به لحاظ تأثیر در زیبایی خودرو در مقایسه با اجزای دیگر سهم بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند، در اولویت بالاتر قرار گیرند.
ج- اجزاء و قطعاتی که در نتیجه تغییر طرح آن‌ها، سرمایه‌گذاری کمتری را موجب می‌شوند، جزء گزینه‌های اول طراحی مجدد خواهند بود.
مشاهده می‌شود که برای بندهای الف و ج، کمتر بودن و برای بند ب بیشتر بودن به‌عنوان راهنمای تحلیل و ملاک انتخاب قرار می‌گیرد. در نتیجه، این سه دسته اطلاعات همسو نبوده و تلفیق آن‌ها برای تصمیم‌گیری، تحقیق را به انحراف خواهد کشاند. برای حل این مشکل پیشنهاد منطقی آن است که با ضرب عدد ۱ در اطلاعات مندرج در ستون‌های مربوط به شاخص ارزش و سرمایه‌گذاری، کلیه اطلاعات مورد استفاده را هم‌جهت سازیم.
بدین ترتیب جدول ۷ محاسبات نهایی و نتیجه حاصل از تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۷ اولویت بندی طراحی اجزای نمای خارجی خودروی سمند به منظور تهیه Face lift

جمع کل	عنوان اطلاعات			
	درصد سرمایه گذاری	درصد تأثیر در زیبایی	درصد شاخص ارزش	
۱	۰/۱۸۹	۰/۲۲۸	۰/۵۸۲	اهمیت نسبی اطلاعات
	*			نام اجزاء
-۰/۰۱۷۱	-۰/۱۵۹	۰/۲۳۷	-۰/۰۶۲	مجموعه چراغها
-۰/۰۰۲۳	-۰/۲۱۲	۰/۳۳۴	-۰/۰۴۶	مجموعه سپرها
-۰/۱۰۹۴	-۰/۱۴۸	۰/۱۲۴	-۰/۱۸۴	درب موتور
-۰/۰۹۸۹	-۰/۱۵۹	۰/۱۳۷	-۰/۱۶۷	مجموعه در صندوق عقب
-۰/۱۱۰۵	-۰/۲۹۷	۰/۰۸۳	-۰/۱۲۴	مجموعه گلگیرها
-۰/۱۵۵۶	-۰/۰۰۵	۰/۰۲۹	-۰/۲۷۶	مجموعه زه های بدنه
-۰/۰۷۳۹	-۰/۰۱۵	۰/۰۵۳	-۰/۱۴۱	آینه بغل
-	۱	۱	۱	جمع کل (قدرمطلق)

۱۰- نتیجه گیری

با ملاحظه جدول ۷ و نیز با توجه به آنکه محدوده سرمایه گذاری مدنظر شرکت ایران خودرو مبلغی در حدود ۳/۵ تا ۴ میلیارد تومان می باشد، پاسخ سؤال اصلی تحقیق و نتیجه گیری حاصل از آن به صورت زیر خواهد بود:

۱- «سپر» اولین اولویتی است که شرکت باید برای طراحی مجدد آن در طرح Face lift سمند، اقدام کند.

۲- در تهیه این Face lift، «چراغها»، اولویت دومی هستند که باید مدنظر قرار گیرند. ملاحظه می شود که در نتیجه این انتخاب، مبلغ سرمایه گذاری حدود ۳/۵ میلیارد تومان مدنظر، صرف شده خواهد بود؛ و بدین ترتیب محدودیت بودجه ای، آزادی عمل بیشتری را به شرکت نخواهد داد. اما از آنجا که تأمین مبلغ حدود ۲۰۰ میلیون تومان در مقایسه مبلغ هزینه شده فوق، در توان شرکت می باشد و از طرف دیگر می تواند آزادی عمل بیشتری را برای طراحان صنعتی خودرو به همراه داشته باشد، تصمیم بر آن شد که:

۳- «آینه بغل» اولویت سوم طراحی باشد؛

۴- هرچند «زه‌های بدنه»، با توجه به عوامل سه‌گانه تصمیم‌گیری، در اولویت آخر طراحی Face lift سمند قرار می‌گیرند، اما موارد برشمرده برای آینه بغل، نظر به سرمایه‌گذاری بسیار کمتر آن، به طریق اولی، برای زه‌ها صادق است. نتیجه فوق به‌طور خلاصه در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸ تعیین قطعاتی از نمای خارجی خودروی سمند به‌منظور طراحی Face lift بهینه از آن

اولویت طراحی جهت تهیه Face lift سمند	نام قطعه	مبلغ لازم برای سرمایه‌گذاری (میلیون تومان)
اول	سپرها (جلو و عقب)	۲۰۰۰
دوم	چراغ‌ها (جلو و عقب)	۱۵۰۰
سوم	آینه بغل	۱۵۰
چهارم	زه‌های دور بدنه	۵۰
جمع کل		۳۷۰۰

از آنجا که محدودیت بودجه شرکت، اختیارعمل بیشتری را برای تهیه طرح Face lift خودروی سمند، مجاز نمی‌شمرد و از طرف دیگر برای طراحی قطعات دیگر سرمایه‌گذاری لازم به شدت افزایش می‌یابد، پیشروی بیشتر طراحی، توجیهی نخواهد داشت.

۱۱- منابع

- [1] Provost N., Giroux R.; "How To Improve Soft Process With VA"; *Save International Conference Proceedings*, 1995.
- [2] R Dugupta KJ.M.; "Mujumdar, value engineering management in an industry a case study of CGL"; *Save International Conference Proceedings*, 2000
- [3] Borsic D., Volante C.; Value engineering in the product development process: "An application in automative industry"; *Save International Conference ProceedingS*, 1999.

- [4] Stenbeck C., Svensson J.; "Value balancing method for product development -a case study at volvo car corporation"; *Industrial and Finamcial Economics, School of Economics & Commercial Law, Goteborg University*, Spring Semester 2004.
- [5] Beheshti M., Gaining H.; "Sustaining competitive advantage with activity based cost management system"; *Industrial management & data system*, Vol.14, No.5, 2004.
- [6] Snodgrass J., Kasi Muthiah T.; "Function Analysis The Steping Stones To Good Value"; *University of Wisconsin*, United State, 1986.
- [7] J.Demarle D., Shillito M.L.; "Value engineering"; *eastman kodak company*, The United State, 1990.
- [8] W.Bryant J.; "Value methodology standards"; *Save Internrnational The Value Society*, October 1998.
- [9] ربانی م.، رضائی ک.، حاجی علی اکبر م.؛ «مدیریت/مهندسی ارزش مبتنی بر استانداردهای EN12973:2000 و SAVE»، شرکت مشارکتی ار-و-توف با همکاری نشر آتنا، تهران، ۱۳۸۳.
- [10] Anwar S., "Value management value engineering"; *SAVE International Module-I Workshop, California, USA*, 1997.
- [11] M. Larry Sh., Willey J., Inc S.; "Value:Its Measurement Design & Management"; United State, 1992.
- [12] H. Maurer J.; "Key factor in starting maintaining a VA/VE continuous improvement program"; *Save International Conference Proceeding*, 1996
- [13] R.Wixson J.; Function analysis and decomposition using function analysis systems technique Snternational Councilon Systems Engineering Annual Conference (1Ncose' 99), 1999.
- [14] J.Taylor S.; "Value planning communities"; *Save International Conference Proceeding*, 2000.

- [15] D.Miles L.; “Techniques of value analysis & value engineering”; Lawrence D.Miles Value Foundation, Washington D.C., 1989.
- [16] Department of Defense (DOD) Office of The Assistant Secretary of Defense (Acquisition & Logistics), Value Engineering, The United State, 1986.
- [17] Department of Energy, Office of Project and Fixed Asset Management, Value Management “Its not just a good Idea... it’s the Law”; *Life Cycle Asset Management*, GPG-FM-011, 1997.
- [18] Parker G.E.(J)., “Product FAST Diagram”; *Save International Conference Proceedings*, 1996.