

طراحی مدل تعیین عیوب بحرانی محصول با بهره گیری از تکنیکهای

PARETO_ISHIKAWA و QFD ، FMEA

فرزاد بیگلریگی

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی - گرایش تولید

مقدمه

تولیدکننده ای را تجسم نمائید که در یکی از محصولات تولیدیش ، عیوب متعددی موجود می باشد و مدیران ارشد آن در صدد انجام اقدامات اصلاحی و رفع این عیوب می باشند . مسلم است که در چنین حالتی سازمان می بایست سعی نماید با صرف کمترین منابع ، بیشترین بهبود را ایجاد نماید و این کارآیی بالا میسر نخواهد بود مگر از طریق اولویت بندی عیوب بر اساس یکسری اطلاعات علمی و قابل اطمینان به نحوی که بتوان انجام اقدامات اصلاحی را به گونه ای شایسته و کارآ برنامه ریزی نمود .

هدف از تحقیق حاضر ، طراحی مدلی علمی و اجرایی است که با بهره گیری از آن بتوان عیوب متعدد موجود در یک محصول را اولویت بندی و در نتیجه بحرانی ترین عیوب را شناسایی نمود .

۱- طراحی مدل

۱-۱- تعریف شاخصها

اولین قدم جهت طراحی مدل ، تعیین شاخصهایی بود تا با بهره گیری از آنها بتوان درجه اهمیت هر یک از عیوب را تعیین نموده و در نتیجه آنها را اولویت بندی نمود .

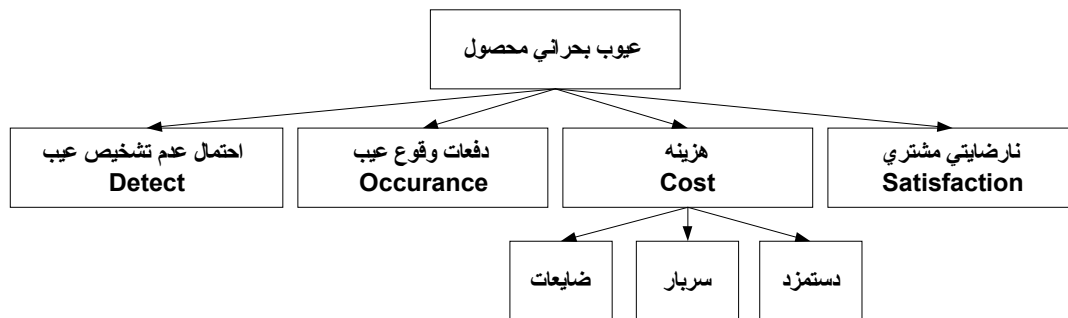
برای تعریف شاخصهای اندازه گیری جهت سنجش عیوب مهم محصول سه شاخص اولیه در نظر گرفته شده ، بر منطبق حاکم بر تکنیک^۱ FMEA مبتنی می باشند . بدین ترتیب که در FMEA سه شاخص Occurance , Severity و Detect برای تعیین میزان ریسک یک سیستم ، فرآیند و ...

مد نظر قرار می گیرند و در مدل طراحی شده نیز این سه شاخص تحت عنوانهای دفعات وقوع عیب

¹ Failure Mode & Effects Analysis

(Occurance) ، احتمال تشخیص عیب (Detect) و رضایت مشتری (Satisfaction) مورد بررسی قرار خواهند گرفت .

شاخص چهارمی که بعنوان یکی از شاخصهای تعیین کننده در مدل گنجانده شده است ، بحث هزینه می باشد که به جرات می توان گفت اهمیت بسزایی در تصمیم گیریهای سازندگان دارد و شامل هزینه ضایعات ، دستمزد و سربار تحمیل شده به سازنده به موجب بروز عیب می شود .
در شکل ۱ شاخصهای مورد استفاده برای سنجش بحرانی ترین عیوب محصول مشخص گردیده اند .



شکل ۱: شاخصهای اندازه گیری برای سنجش بحرانی ترین عیوب محصول

برای راحتی کار و جلوگیری از تکرار دائمی نام شاخصها تصمیم گرفته شد تا برای هر شاخص با توجه به نام لاتین آن ، یک حرف مخفف تعیین گردد . بنابراین از این پس هر یک از شاخصها بصورت زیر مشخص خواهند گردید :

۱. میزان وقوع عیوب (Occurance) بصورت مخفف با نماد O نشان داده می شود .
۲. هزینه تحمیل شده به شرکت بابت بروز هر عیب (Cost) بصورت مخفف با نماد C نشان داده می شود .
۳. احتمال تشخیص عیب (Detect) بصورت مخفف با نماد D نشان داده می شود .
۴. رضایت مشتری (Satisfaction) بصورت مخفف با نماد S نشان داده می شود .
۵. وزن هر یک از عیوب که در حقیقت خروجیهای مدل می باشند - عدد اولویت عیب - با نماد DPN^1 نشان داده می شود که در حقیقت مخفف عبارت Defect Priority Number می باشد .
۶. با توجه به مفهوم مدل طراحی شده که در حقیقت تحلیل عیوب و رتبه بندی آنها می باشد نام مدل طراحی شده DAR^2 گذاشته شده است که مخفف عبارت Defects Analysis & Ranking می باشد .

¹ Defect Priority Number

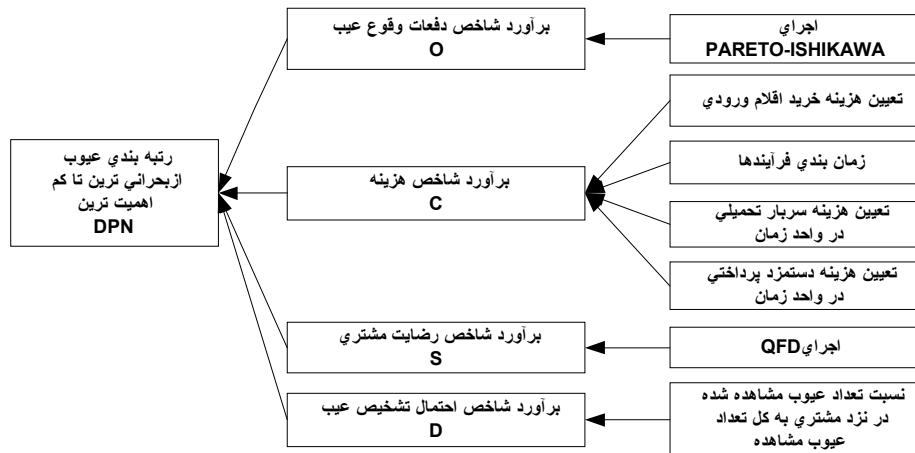
² Defects Analysis & Ranking

۲-۱- ابزار اندازه گیری

جهت ارزیابی هر یک از شاخصهای مشروحه فوق سعی شده است تا حد امکان از بررسیهای علمی بر مبنای واقعیت استفاده گردد تا داده هایی که مبنای تصمیم گیری قرار خواهند گرفت از اعتبار و پشتوانه مناسبی برخوردار باشند.

ابزارهای اندازه گیری در مدل طراحی شده در حقیقت خروجی تکنیکهای زیر می باشد:

- خروجی Pareto_Ishikawa بعنوان ورودی مدل در تعیین دفعات وقوع عیب و نیز دسته بندی عیوب.
 - خروجی زمان سنجی فرآیندها، تعیین هزینه خرید اقلام ورودی و برآورد دستمزد و سربار تحمیلی بعنوان ورودی مدل در تعیین هزینه های تحمیلی بموجب بروز هر عیب.
 - حاصل تقسیم عیوب مشاهده در محل مشتری به کل عیوب مشاهده شده، بعنوان ورودی مدل در تعیین احتمال تشخیص عیب.
 - خروجی QFD¹ بعنوان ورودی مدل در تعیین شاخص رضایت مشتری.
- لذا در طراحی مدل جهت کمی نمودن این شاخصها از تکنیکهای QFD، Pareto و Fish Bone(Ishikawa) مطابق شکل ۲ استفاده گردیده است.



شکل ۲: مدل طراحی شده جهت تعیین عیوب بحرانی محصول

¹ Quality Function Deployment

۲- روش اجرای مدل طراحی شده

۲-۱- نحوه محاسبه شاخص تعداد دفعات وقوع (O)

برای محاسبه این شاخص کفایت تا فهرستی از عیوب مشاهده شده تهیه گردد. نکات حائز اهمیت در تهیه این فهرست بشرح زیر می باشد:

الف - فهرست عیوب می بایست به تفکیک محل وقوع و مشاهده تهیه گردد چرا که در تعیین عدد برای شاخصهای Detect و Cost از این اطلاعات استفاده می گردد (اطلاعات کامل در این ارتباط در بندهای ۲-۳ و ۳-۴ ارائه گردیده است).

ب - پس از فهرست شدن عیوب می بایست با استفاده از نمودار علت و معلول به ریشه یابی عیوب پرداخت. هدف از این کار تعیین علل بالقوه بروز عیوب می باشد تا با بهره گیری از آن بتوانیم عیوب مشاهده شده را به نحو احسن دسته بندی نماییم.

لازم بذکر است نمودار علت و معلول را در این مرحله صرفاً تا مرحله ریشه یابی علل مربوط به قطعات منفصله ترسیم می نماییم. چرا که در صورت تعیین علل مربوط به فرآیندهای تولیدی در این مرحله، مشکلات مشروحه زیر ایجاد خواهد گردید که در نهایت پیاده سازی مناسب مدل با توجه به این مسائل میسر نخواهد بود:

- ایجاد اشکال در تعیین شاخص O: از آنجاییکه ورودی مدل ما، اطلاعات مربوط به عیوب مشاهده شده در محل مشتری و خط تولید خود سازنده می باشد. بنابراین در صورتی که بخواهیم از ابتدا مشکلات فرآیندی را در مدل وارد نماییم عملاً تلفیق عیوب مشاهده شده در محیط سازنده و نزد مشتری امکان پذیر نخواهد بود. چراکه در این حالت شما در عیوب مشاهده شده در خط تولید، تعداد دفعات خروج از کنترل مربوط به فرآیندها را خواهید داشت. مثلاً تعداد دفعاتی که حرارت یا زمان تاخیر دستگاه تزریق از کنترل خارج گشته است. در حالیکه در عیوب مشاهده شده در نزد مشتری صرفاً تعداد قطعه معیوب را دارید و می بینیم که تلفیق این دو عیب با یکدیگر امکان پذیر نخواهد بود.
- ایجاد اشکال در تعیین شاخص D: با توجه به مشکل بررسی شده فوق، از آنجاییکه مبنای محاسبه شاخص D، مولفه هایی است که هنگام محاسبه شاخص O تعیین گردیده اند بنابراین محاسبه شاخص D نیز در این حالت غیر ممکن خواهد بود.

ج - پس از رسم نمودار علت و معلول همه عیوب کلی مثل: عملکرد ضعیف، عدم عملکرد، ظاهری، عدم مونتاژ پذیری و... بعنوان معلولها معرفی و هریک کد حرف مثل A, B, C, D و... می گیرد. برای هر علت نیز یک کد عددی در نظر گرفته می شود حاصل کار چنین خواهد بود که به هر عیب یک کد تلفیقی حرف و عدد مانند B01 می توان تخصیص داد. بطور مثال عملکرد ضعیف بدلیل کم بودن عرض شیار محل قرارگیری بازویی روی پوسته می تواند کدی مثل B02 داشته باشد (B):

عملکرد ضعیف و 02: کم بودن عرض شیار محل قرار گیری بازویی روی پوسته). این کد گذاری جهت جلوگیری از قرار گرفتن عیوب یکسان که علل یکسانی دارند در دسته های مجزا انجام می شود

د- در نهایت پس از کد گذاری کلیه عیوب کفایست که جمع کلیه عیوبی که کد یکسانی دارند محاسبه شود و سپس کلیه عیوب و تعداد دفعات وقوع آنها فهرست شوند .
ه- حال کلیه اطلاعات لازم جهت رسم نمودار پاراتو گرد آوری شده است و نیز بر اساس همین اطلاعات شاخص تعداد دفعات وقوع عیب (O) محاسبه خواهد گشت .

۲-۲- نحوه محاسبه شاخص هزینه (C)

جهت محاسبه این شاخص مراحل مشروحه زیر را می بایست طی نمود :

الف - تعیین هزینه خرید هر یک از قطعات منفصله به همراه تعداد قطعه مصرف شده در محصول
ب - زمان سنجی هر یک از فرآیندهای خط تولید و در نهایت محاسبه کل زمان لازم جهت تولید یک محصول کامل

ج - تعیین هزینه دستمزد و سربار هر واحد تولیدی و تقسیم آن بر کل زمان لازم جهت تولید یک واحد محصول به منظور تعیین هزینه پرداختی بابت دستمزد و سربار در واحد زمان

د - پس از انجام مراحل فوق فهرست تهیه شده در مرحله ۳-۱- به تفکیک محلهای وقوع عیب ملاک تخصیص هزینه قرار خواهد گرفت و برای هر یک از عیوب با توجه به اینکه در چه محلی افتاده است هزینه ضایعات ، دستمزد و سربار محاسبه می گردد .

بدین ترتیب که هزینه خرید قطعات منفصله ای که استفاده مجدد آنها میسر نمی باشد بعنوان هزینه ضایعات در نظر گرفته می شود. جمع زمان فرآیندهایی که صرف تولید محصول شده بوده و عملاً تلف گشته است و برای تولید محصول سالم می بایست آن فرآیندها مجدداً طی شوند را نیز محاسبه می نمائیم. حال با توجه به محاسبه مدت زمان تلف شده و داشتن هزینه پرداختی بابت دستمزد و سربار در واحد زمان ، از ضرب این دو عدد هزینه دستمزد و سربار تلف شده به راحتی قابل محاسبه خواهد بود .

ه- جمع هزینه ضایعات ، دستمزد و سربار کل هزینه تحمیل شده بابت هر عیب را نشان خواهد داد که این همان ملاک مورد نظر در تعیین شاخص C می باشد .

۲-۳- نحوه محاسبه شاخص (O&C)

دو شاخص هزینه و دفعات وقوع به دو دلیل در هم ضرب می شوند و بعنوان یک شاخص در مدل قرار می گیرند :

الف - ارتباط تنگاتنگ این دو شاخص ، چراکه O تعداد دفعات وقوع و C هزینه تحمیل شده بابت هر عیب در یک قطعه می باشد و در حقیقت ضرب این دو شاخص ، کل هزینه تحمیل شده بابت آن عیب (برای کلیه قطعات معیوب) را نشان خواهد داد .

ب - همانطور که در بند ۳-۲ بحث شد شاخص C برای هر عیب براساس محل وقوع محاسبه می شود چرا که هزینه تحمیلی یک عیب بسته به محل وقوع آن متفاوت می باشد . حال آنکه هدف مدل ، محاسبه درجه اهمیت هر عیب می باشد و نمی بایست در مدل کلی این عیوب به تفکیک محل وقوع فهرست شوند .

بنابراین با توجه به دلایل مذکور ، تصمیم گرفته شد تعداد دفعات وقوع هر عیب در هزینه تحمیلی آن عیب (هر دو به تفکیک محل وقوع می باشند) ضرب گردد . در نهایت برای هر عیب ، جمع اعداد محاسبه شده در محل‌های مختلف محاسبه می گردد که در واقع همان کل هزینه تحمیل شده به شرکت بابت وقوع یک عیب برای کل قطعات معیوب (نه یک قطعه) خواهد بود .

۲-۴- نحوه محاسبه شاخص احتمال تشخیص (D)

محاسبه این شاخص به راحتی و با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده در مرحله ۳-۱- صورت می پذیرد . بدین صورت که تعداد دفعاتی که عیب در نزد مشتری وقوع پیدا کرده یا در نزد مشتری رویت گردیده است بر کل تعداد دفعات وقوع هر عیب تقسیم می گردد . به سادگی مشخص است که حاصل این تقسیم عددی خواهد بود که بصورت درصد احتمال تشخیص ندادن عیب در محیط سازنده و ارسال محصول معیوب نزد مشتری را بیان می دارد و این همان شاخص D مورد نظر در مدل توسعه یافته می باشد .

بار دیگر یادآور می گردد نام شاخص D احتمال تشخیص عیب است ولی برای محاسبه آن احتمال عدم تشخیص عیب در نظر گرفته می شود تا با ۳ شاخص دیگر هم جهت گردد .

۲-۵- نحوه محاسبه شاخص رضایت مشتری (S)

هنگامیکه از رویکرد چهار مرحله ای QFD استفاده می نمایم در ماتریس مرحله اول ورودی ما (سطرهای ماتریس) خواسته های مشتری است و خروجی ما (ستونهای ماتریس) مشخصه های فنی محصول و وزن آنها می باشد .

با کمی تامل می توان چنین استنتاج کرد که وزن هر ویژگی درخواستی مشتری ، نشان دهنده میزان نارضایتی است که در صورت عدم پاسخگویی به آن خواسته در مشتری ایجاد خواهد گشت .

بر پایه همین منطق از وزن خواسته های مشتری برای محاسبه شاخص S در مدل استفاده گردیده است .

تعیین وزن برای هر خواسته های مشتریان در تحقیق حاضر با بهره گیری از روشی که جمعی از اساتید دانشکده مدیریت مهندسی دانشگاه Old Dominion به سرپرستی آقای Paul Kauffmann طراحی نموده اند ، صورت می پذیرد ؛ که در اینجا به شرح مختصری راجع به آن می پردازیم .

۲-۵-۱- نحوه کمی نمودن ارتباطات بین خواسته های مشتری و مشخصه های فنی

محصول

برای تعیین میزان ارتباط بین خواسته های مشتری و مشخصه های فنی از چهار عدد استفاده شد :

9 برای ارتباطات قوی

3 برای ارتباطات متوسط

1 برای ارتباطات ضعیف

0 برای مواردی که ارتباطی وجود نداشت

مسلم است که مشخصه های فنی محصول خودشان نیز بر روی هم تاثیر می گذارند و برای کمی نمودن این تاثیرات از یک ماتریس متقارن که سطر و ستون آن را مشخصه های فنی تشکیل می داد استفاده شد و میزان این تاثیرات هم با چهار عدد به شرح ذیل مشخص گردید:

9/13=0.692 برای ارتباطات قوی

3/13=0.231 برای ارتباطات متوسط

1/13=0.077 برای ارتباطات ضعیف

0 برای موارد غیر مرتبط

۲-۵-۲- تعیین میزان ارتباط واقعی بین خواسته های مشتری و مشخصه های فنی

محصول

اگر ماتریس متعامل مشخصه های فنی محصول با خواسته های مشتری را $A_{m \times n}$ بنامیم که عناصر آن با a_{ij} مشخص شود و ماتریس متعامل مشخصه های فنی با هم را $B_{n \times n}$ نامیده و عناصر آنرا با b_{jk} مشخص نماییم ؛ ماتریس $C_{m \times n}$ که حاصلضرب $A_{m \times n} \times B_{n \times n}$ می باشد ، تاثیر کامل مشخصه های فنی محصول در دستیابی به خواسته های مشتری را بیان خواهد نمود.

$$C_{ik} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times b_{jk}$$

به این معنی که برای تعیین میزان ارتباط هر خواسته مشتری با یک مشخصه فنی محصول دو عامل در نظر گرفته می شود :

۱. میزان ارتباط خواسته مشتری با مشخصات فنی محصول

۲. ارتباط خود مشخصه های فنی محصول با یکدیگر

۲-۵-۳- تعیین وزن خواسته های مشتری

برای تعیین وزن ابتدا جمع هر یک از سطرهاى ماتریس $C_{m \times n}$ محاسبه می گردد و در انتها با تقسیم این عدد به جمع کل سطرها وزن هر یک از خواسته های مشتری به دست می آید (-1 , Kauffmann) .
 (7) . نحوه محاسبه این وزنها در جدول ۱ مشخص گردیده است .

وزن خواسته های مشتری	جمع سطر X_i	مشخصه فنی محصول
$c=a/b$	a	
	$\sum X_i = b$	جمع کل سطرها

جدول ۱ : نحوه محاسبه وزن خواسته های مشتری

۲-۶- نرمال (بی مقیاس) کردن اعداد

حال تنها کاری که مانده است نرمال کردن عددهای محاسبه شده در مراحل مختلف می باشد . علت این کار متفاوت بودن مقیاسها و واحدهای هر یک از شاخصهای تعیین شده می باشد . بطور مثال هزینه ، واحدش ریال و رضایت مشتری بدون واحد بوده و مفهومی است که با درصد بیان می شود بنابراین برای یکپارچه شدن عددهای بدست آمده در هر شاخص لازم است این مرحله را پس از محاسبه هر یک از شاخصها اجرا نمایم .

برای بی مقیاس کردن اعداد از نرم خطی استفاده می گردد بدین ترتیب که هر یک از اعداد بدست آمده در ارتباط با یک شاخص بر ماکزیمم اعداد بدست آمده در ارتباط با آن شاخص تقسیم خواهد

گشت . فرمول استفاده شده در این خصوص به شرح زیر می باشد :

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\text{Max}_i(r_{ij})} \quad j=1,2,3,4, \dots, n$$

که در صورتیکه شاخصها را در ستونهای یک ماتریس و مولفه های هر شاخص را در سطرهاى آن قرار دهیم ، عدد بی مقیاس شده هر مولفه با N_{ij} نشان داده خواهد شد . بنابر این N_{ij} عدد نرمال شده مولفه i ام مربوط به شاخص j ام خواهد بود .

در این روش مولفه های یک شاخص عملاً پس از نرمال شدن بصورت عددی بین ۰ و ۱ (اگر بصورت درصد بیان شود بین ۰ و ۱۰۰) خواهند بود .

نکته حائز اهمیت در این روش تبدیل مولفه هایی است که طی فرآیند نرمال کردن صفر شده اند . چرا که با تخصیص عدد صفر به یک شاخص کل درجه اهمیت عیب که از حاصلضرب شاخصها بدست خواهد آمد نیز صفر می گردد و بنابراین با صفر شدن مولفه یک شاخص ، عملاً مولفه های محاسبه شده شاخصهای دیگر خنثی می گردند .

بنابراین برای جلوگیری از بروز این مشکل تصمیم گرفته شد مولفه هایی که پس از نرمال شدن برابر با صفر شده اند را به عدد 0.01 تبدیل نمائیم . چرا که دقت در نظر گرفته شده برای هر مولفه نرمال شده 0.01 در نظر گرفته شده بود و بر همین اساس کوچکترین عدد غیر صفری که امکان تخصیص آن به مولفه یک شاخص موجود بود 0.01 می توانست باشد .

نهایتاً با توجه به توضیحات فوق پس از نرمال کردن مولفه های هر شاخص ، عددی که به هر شاخص می توان تخصیص داد عددی خواهد بود بین 0.01 و 100 .

۲-۷- محاسبه عدد اولویت عیب (DPN : Defect Priority Number)

عدد اولویت عیب از ضرب شاخصهای تعیین شده حاصل می گردد . دیدیم که چهار شاخص بعنوان ملاک تعیین درجه اهمیت عیوب در نظر گرفته شدند . از این چهار شاخص ، که عبارت بودند از : S ، O ، C و D ، شاخصهای O و C با ضرب در یکدیگر طبق توضیحاتی که در بند ۳-۳- ارائه گردید به یک شاخص تحت عنوان O&C تبدیل گشتند .

بنابراین معیارهای تعیین کننده در محاسبه عدد اولویت عیب ۳ شاخص به شرح زیر خواهند بود :

S (Satisfaction) : میزان نارضایتی حاصل شده در صورت بروز عیب

O&C (Occurance & Cost) : هزینه تحمیل شده به سازمان بر اثر بروز یک عیب با در نظر

گرفتن تعداد قطعه معیوب شده بر اثر آن عیب

D (Detect) : احتمال عدم تشخیص عیب در محیط سازنده

بنابر این فرمول کلی مدل بصورت زیر ارائه خواهد شد :

$$DPN = S \times O\&C \times D$$

بنابراین شاخص DPN عددی خواهد بود بین 0.000001 و 1,000,000 .






۳- اجرای مدل و تجزیه و تحلیل داده ها

باتوجه باینکه در بند ۳ (روش اجرای مدل طراحی شده) توضیحات کامل درخصوص نحوه اجرای مدل ارائه گشت ، در این فاز صرفا داده های بدست آمده مربوط به مجموعه قفل مرکزی پراید ساخت شرکت سالارگستر را به مدل وارد نموده و نتایج را ارائه می نمایم . لذا از تکرار مجدد توضیحات بند پیشین خودداری گردیده است .

پیش از شروع مباحث اجرای پروژه و تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده ، از آنجائیکه در طی بحث دائما در ارتباط با قفل مرکزی پراید و قطعات منفصله آن و مشخصه های فنی هر یک از آنها بحث می نمایم ، لازم بنظر می رسد که برای فهم بهتر مطلب و آشنایی با قطعات و درک محل استفاده هر یک از آنها ، فهرست اجزاء اصلی این مجموعه - قفل مرکزی پراید - به همراه نمایی شماتیک از قطعه در ابتدای بحث ارائه گردد .

اطلاعات مذکور در جدول ۲ فراهم گردیده است .

شمای کلی	نام قطعه / محصول	شمای کلی	نام قطعه / محصول
	بازوی اصلی		نمای کلی قفل مرکزی
	نگهدارنده جلو		نمای داخلی قفل مرکزی
	نگهدارنده عقب		پوسته زیرین
	چرخ دنده پلاستیکی		پوسته روئین
	محور مارپیچ		سرسیم

	گردگیر		روکش
	مهره		کانکشن دو خانه
			موتور ، چرخ دنده و PTC

جدول ۲: نمای کلی محصول (قفل مرکزی پراید) به همراه فهرست و نمایی از قطعات منفصله آن

۳-۱-۱- اجرای Pareto_Ishikawa جهت تعیین شاخص O

۳-۱-۱-۱- بررسی اولیه عیوب و تهیه فهرست اولیه عیوب

حاصل این بررسی اولیه در ضمیمه شماره ۱ ارائه گردیده است .

۳-۱-۲- بررسی دقیقتر و ریشه ای عیوب با استفاده از نمودار علت و معلول (FishBone)

حاصل بررسی و تحلیلهای بعمل آمده در این قسمت بصورت نمودار علت و معلول در ضمیمه شماره ۲ ارائه گردیده است .

۳-۱-۳- کد گذاری علتها و معلولها

جهت یکپارچه نمودن علل وقوع عیوب ، علتها و معلولها مطابق با توضیحات بند ۳-۱-۳- کد گذاری گردیدند تا از بروز از هم گسیختگی اطلاعات و درج یک عیب در گروههای مختلف جلوگیری شود . کد گذاری علتها و معلولها در ضمیمه شماره ۵ ارائه گردیده است .

۳-۱-۴- دسته بندی مجدد عیوب براساس کد گذاری علتها و معلولها

در این مرحله با بهره گیری از کدهای تعریف شده و نمودار علت و معلول رسم شده در مرحله قبل ، بازنگری مجدد فهرست اولیه عیوب صورت پذیرفت که حاصل آن در ضمیمه شماره ۳ ارائه گردیده است .

۳-۱-۱- رسم نمودار پاراتو

پیش از رسم پاراتو کدهای عیوب یکسان باهم جمع شدند و به ترتیب میزان وقوع از بزرگ به کوچک مرتب گشتند (حاصل در ضمیمه شماره ۴ ارائه گردیده است).
براساس این اطلاعات نمودار پاراتوی عیوب مشاهده شده در قفل مرکزی طی ۳ ماهه اردیبهست، خرداد و تیر ماه ۱۳۸۲ تهیه گردید که این نمودار به همراه کد علت و معلولها در ضمیمه شماره ۵ آمده است.

۳-۲- برآورد هزینه ها (مولفه های شاخص C)

همانگونه که در بند ۳-۲- توضیح داده شد برای محاسبه هزینه های هر عیب به اطلاعات هزینه خرید قطعات، هزینه دستمزد و سربار یک محصول و زمان بندی فرآیندهای تولید نیاز داشتیم که اطلاعات مذکور از شرکت سالارگستر گرفته شد و به ترتیب در ضمیمه شماره ۶ و ۷ ارائه گشته است.

۳-۲-۱- نکاتی پیرامون نحوه محاسبه هزینه دستمزد و سربار

برای محاسبه هزینه دستمزد و سربار تحمیلی بابت هر یک ثانیه، کافی بود که کل هزینه دستمزد و سربار یک محصول بر کل زمان صرف شده برای تولید یک محصول تقسیم گردد.
حاصل این محاسبه در جدول ۳ ارائه گردیده است:

هزینه دستمزد هر محصول	هزینه سربار هر محصول
5450	3270
219.75	219.75
زمان تولید یک محصول (ثانیه)	
هزینه دستمزد بابت هر ثانیه	هزینه سربار بابت هر ثانیه
25	15

جدول ۳: محاسبه هزینه دستمزد و سربار در واحد زمان (ثانیه)

مایقی محاسبات مطابق مندرجات بند ۳-۲- صورت پذیرفته و حاصل آن در ضمیمه شماره ۸ ارائه گردیده است.

۳-۳- محاسبه مولفه های شاخص O&C

از حاصل ضرب دو شاخص O و C همانگونه که در بند ۳-۳- تشریح گردید، شاخص جدیدی بعنوان O&C بدست می آید که محاسبات مربوط به آن در ضمیمه شماره ۹ ارائه گردیده است.

۳-۳-۱- بی مقیاس کردن شاخص O&C

محاسبات این قسمت مطابق بند ۳-۶- انجام و حاصل ، در ضمیمه شماره ۱۰ ارائه گردیده است .

۳-۴- محاسبه مولفه های شاخص D

محاسبات این قسمت مطابق بند ۳-۴- انجام و حاصل ، در ضمیمه شماره ۱۱ ارائه گردیده است .

۳-۵- اجرای QFD جهت محاسبه شاخص S

۳-۵-۱- تعیین گروههای مشتریان محصول

در این طرح شش گروه مشتری که همگی متاثر از ویژگیهای کیفی محصول می باشند به شرح زیر مورد شناسایی قرار گرفتند :

- سازه گستر (تامین کننده قطعات برای گروه خودروسازی سایپا
- کنترل کیفیت سایپا
- مونتاز کاران سایپا
- سایپایدک
- تعمیر کاران
- مصرف کننده نهایی

جمع آوری اطلاعات

پس از اینکه گروههای مشتری تعیین گردیدند می بایست به هر یک از آنها مراجعه می شد تا خواسته های هر گروه مشتری بعنوان ورودی ماتریس خانه کیفیت جمع آوری گردد . حاصل این بررسی و جمع آوری اطلاعات از کلیه این مشتریان در جدول ۴ خلاصه گردیده است .

نام گروه مشتری	ویژگی کیفی درخواستی	توضیح
مصرف کننده نهایی	خرابی سیستم الکتریکی خودرو موجب فعل شدن درها نگردد	مربوط به نوع فعل می باشد : گیر تریپ و کلاچ تریپ
مصرف کننده نهایی	نفسوختن فعل در استفاده های معمولی و بیجلی	
مصرف کننده نهایی	عدم وجود سر و صدای اضافی	
مصرف کننده نهایی	فعل مرکزی در شرایط مختلف آب و هوایی عمل نماید	
مصرف کننده نهایی	تا ۵ سال نیازی به تعویض یا تعمیر فعل نباشد	
مصرف کننده نهایی	جهت باز و بسته کردن فعل نیروی زیادی لازم نباشد	
مصرف کننده نهایی	تمام قطعات همزمان با باز و بسته شدن درب راننده باز و بسته شوند	
مونتاژ کاران سایپا	مونتاژ و دمونتاژ شدن راحت قطعه (کانکتور، براکت، میله و ...)	
مونتاژ کاران سایپا	عدم خروج راحت کانکتور از سوکت درخت سیم	
مونتاژ کاران سایپا	دست و پلگیر نبودن سیم و همچنین کولنه نبودن طول سیمها بگونه ای که	
مونتاژ کاران سایپا	عدم ایجاد جراثیم در هنگام برخورد قطعه با دست	
مونتاژ کاران سایپا	اعمال نیرو به سیم سبب فعلی و عدم عملکرد مناسب نگردد	
مونتاژ کاران سایپا	عدم شکنندگی سیمها و پاره نشدن راحت آنها	
مونتاژ کاران سایپا	جهت نصب قطعه (عقب چپ، راست و جلو راست) مشخص باشد	
مونتاژ کاران سایپا	وارد آمدن ضربه به قطعه سبب ایجاد فعلی و عدم عملکرد مناسب نگردد	
مونتاژ کاران سایپا	پیچهای براکت راحت بسته شوند	
تعمیر کاران	مونتاژ و دمونتاژ شدن راحت قطعه (کانکتور، براکت، میله و ...)	زمانی که نیاز به تعویض فعل مرکزی با نیاز به تعمیر فعل مکانیکی میباشد
تعمیر کاران	گردگیر راحت پاره نشود	در هنگام تعمیر فعل مکانیکی پاره نشود
تعمیر کاران	اعمال نیرو به سیم سبب فعلی و عدم عملکرد مناسب نگردد	در هنگام تعمیر فعل مکانیکی جدا یا قطع نشود
تعمیر کاران	وارد آمدن ضربه به قطعه سبب ایجاد فعلی و عدم عملکرد مناسب نگردد	در هنگام تعمیر فعل مکانیکی در صورت افتادن از دست اپراتور مشکلی ایجاد نگردد
تعمیر کاران	جهت نصب قطعه (عقب چپ، راست و جلو راست) مشخص باشد	
سایپا (ورود کالا و کنترل کیفیت)	بسته بندی مناسب	قطعه هنگام حمل و نقل آسیب نبیند
سایپا (ورود کالا و کنترل کیفیت)	ظاهر مناسب	ظاهر مناسب براکت / میله / پوسته
سایپا (ورود کالا و کنترل کیفیت)	شارژ کم و زیاد باطری سبب نشود فعل مرکزی کار نکند	
سایپا (ورود کالا و کنترل کیفیت)	عدم وجود پارگی در روکش سیم	
سایپلیدک	مونتاژ و دمونتاژ شدن راحت قطعه (کانکتور، براکت، میله و ...)	زمانی که نیاز به تعویض فعل مرکزی با نیاز به تعمیر فعل مکانیکی میباشد
سایپلیدک	جهت نصب قطعه (عقب چپ، راست و جلو راست) مشخص باشد	
سایپلیدک	گردگیر راحت پاره نشود	در هنگام تعمیر فعل مکانیکی پاره نشود
سایپلیدک	اعمال نیرو به سیم سبب فعلی و عدم عملکرد مناسب نگردد	در هنگام تعمیر فعل مکانیکی جدا یا قطع نشود
سایپلیدک	وارد آمدن ضربه به قطعه سبب ایجاد فعلی و عدم عملکرد مناسب نگردد	در هنگام تعمیر فعل مکانیکی در صورت افتادن از دست اپراتور مشکلی ایجاد نگردد
سایپلیدک	ظاهر مناسب	

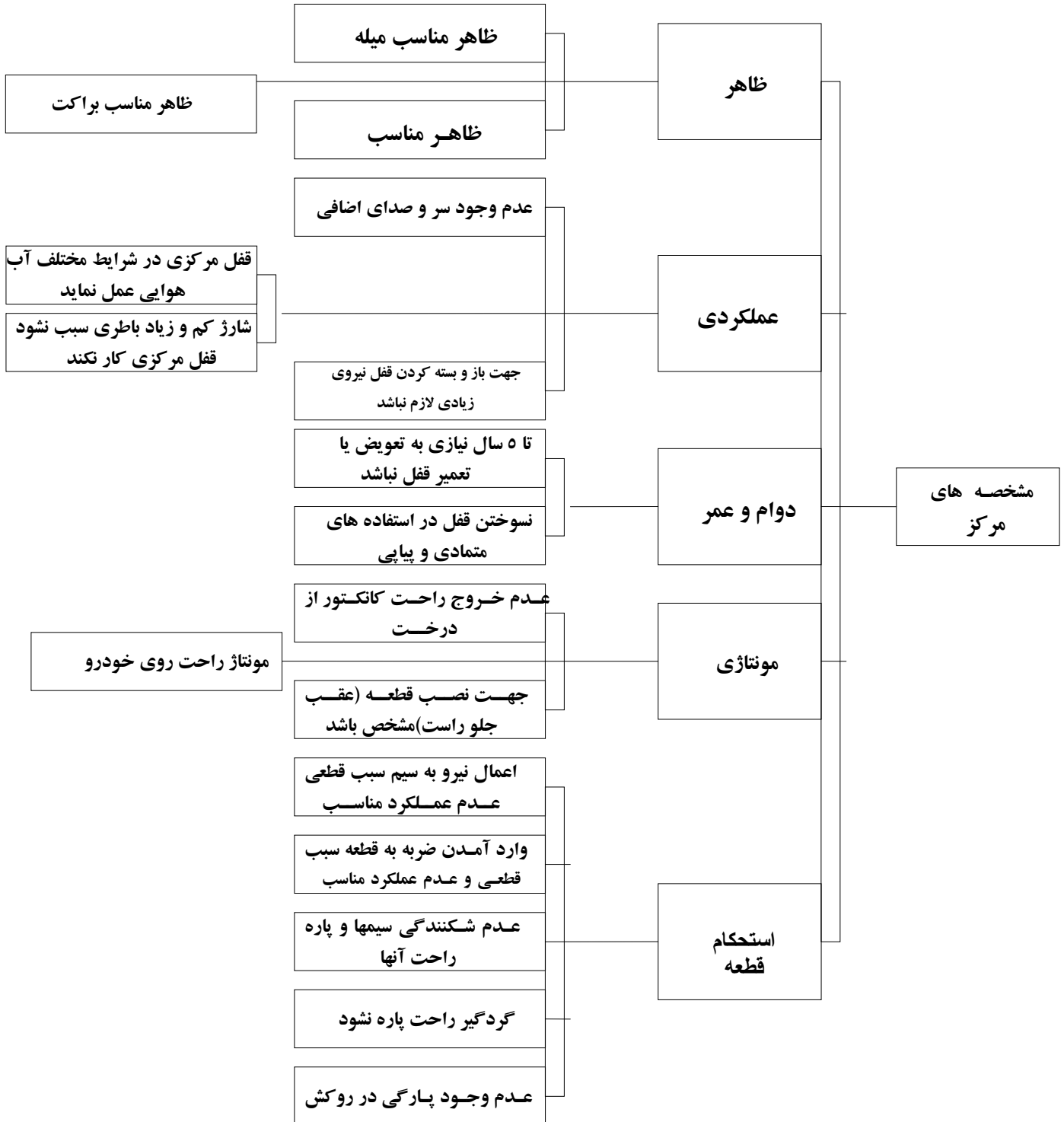
جدول ۴: ویژگیهای کیفی درخواستی از سوی مشتریان

۳-۵-۱- تحلیل و دسته بندی اطلاعات جمع آوری شده

برای دسته بندی اطلاعات جمع آوری شده و ایجاد امکان تجزیه و تحلیل مناسب آنها از نمودار درختی استفاده شده است که شمای کلی آن را در شکل ۳ مشاهده می نمایید .

ولی پیش از رسم نمودار برخی از ویژگیهای درخواستی حذف یا در دسته های دیگر ادغام گردیدند که با توجه به قلمرو موضوعی بحث ، توضیح درخصوص علل حذف یا جایگزینی این موارد از حوصله این مقاله خارج بوده و غیر ضروری به نظر می رسد .

شکل ۳: نمودار درختی



۳-۵-۳- نحوه تعیین مشخصه های فنی محصول در ماتریس HOQ¹

در مرحله اول QFD که ماتریس HOQ را تکمیل می نمایم در حقیقت سعی می کنیم برای هر ویژگی کیفی درخواستی مشتری به گونه ای آزمونی طراحی کنیم تا پاسخگویی به نیاز مشتری تایید گردد.

در تعیین آزمونهای مورد نیاز از نقشه های فنی، استاندارد تدوین شده توسط شرکت KIA به نام KES² و نهایتاً نظرات کارشناسان شرکت سازه گستر و سازنده استفاده شده است.

۳-۵-۲- محاسبه درجه اهمیت برای هریک از خواسته های مشتری و الزامات فنی

جهت محاسبه درجه اهمیت خواسته های مشتری و الزامات فنی، مهندسی مطابق با توضیحات ذکر شده در بند ۳-۵-۱- مراحل زیر صورت پذیرفت:

الف - تعیین میزان ارتباط خواسته های مشتریان با مشخصه های فنی محصول:

ماتریس تکمیل شده این قسمت در ضمیمه شماره ۱۲ ارائه گردیده است.

ب - تعیین میزان ارتباط مشخصه های فنی با یکدیگر:

ماتریس تکمیل شده این قسمت در ضمیمه شماره ۱۳ ارائه گردیده است.

ج - تبدیل میزان ارتباطات مشخصه های فنی به ضرایب نسبی:

ماتریس تکمیل شده این مرحله در ضمیمه شماره ۱۴ ارائه گردیده است.

د - تاثیر واقعی مشخصات فنی محصول در پاسخگویی به نیازهای مشتری:

مطابق توضیحات بند ۳-۵-۲- جهت تعیین تاثیر واقعی مشخصات فنی محصول در پاسخگویی به نیازهای مشتری ضرب دو ماتریس مراحل الف و ج انجام شد که حاصل، در ضمیمه شماره ۱۵ ارائه گردیده است.

ه - محاسبه درجه اهمیت هریک از خواسته های مشتری:

محاسبات این قسمت مطابق بند ۳-۵-۳- انجام و در ستون آخر ضمیمه شماره ۱۵ ارائه گردیده است.

۳-۵-۳- محاسبه مولفه های شاخص S

با توجه به محاسبه درجه اهمیت هریک از خواسته های مشتری، کفایت وزنهای بدست آمده را مطابق با توضیحات ارائه شده در بند ۳-۶-۳- نرمال کنیم تا مولفه های شاخص (Satisfaction) S به دست آید. محاسبات مربوط به این بخش در ضمیمه شماره ۱۶ ارائه گردیده است.

¹ House of Quality

² KIA Engineering Standard

۶-۳- محاسبه DPN

در مراحل قبل نحوه محاسبه هر یک از شاخصهای مورد نیاز جهت بدست آوردن DPN بیان گردید. حال تنها کاری که مانده است ضرب این شاخصها در یکدیگر و محاسبه DPN مطابق توضیحات بند ۳-۷- می باشد.

محاسبات مربوط به این بخش در ضمیمه شماره ۱۷ ارائه گردیده است.

۷-۳- مرتب نمودن DPN عیوب به ترتیب نزولی

در نهایت با مرتب نمودن DPN های محاسبه شده به ترتیب نزولی، برای هر عیب یک عدد اولویت عیب (Defect Priority Number:DPN) بدست می آید که این عدد می تواند معیار بسیار مناسبی جهت رتبه بندی عیوب مشاهده شده در محصول باشد.

نکته جالب توجهی که با مقایسه پاراتو و خروجی مدل DAR آشکار می گردد، قابل اعتماد نبودن خروجی پاراتو به تنهایی می باشد. زیرا می بینیم که آبرکاری غیر یکنواخت میله و پلیت بدلیل بالا بودن تعداد دفعات وقوع در خروجی پاراتو بعنوان مهم ترین عیوب مطرح می گردند، حال آنکه هزینه اندک تحمیل شده بواسطه این عیوب، بالا بودن احتمال تشخیص عیب و نیز کم بودن نارضایتی ایجاد شده در مشتری سبب گردیده است که این دو عیب که ردیفهای ۱ و ۲ خروجی مدل پاراتو را به خود اختصاص داده اند بعنوان عیوب ردیف ۲۱ و ۲۲ مدل DAR مطرح گردند.

بنابراین مشخص است که اکتفا کردن به خروجی مدل پاراتو و در نظر نگرفتن مفاهیمی چون هزینه در کنار آن تا چه حد می تواند موجب تصمیم گیری نادرست و برنامه ریزی اشتباه در خصوص رفع عیوب بحرانی گردد.

محاسبات مربوط به این بخش در ضمیمه شماره ۱۸ ارائه گردیده است.

فهرست منابع :

Kauffmann, Paul et al. "Selection of Curricular Topics Using Extensions of Quality Function Deployment". Norfolk: College of Engineering and Technology of Old Dominion University.