

اولویت بندی خواسته های مشتریان در روش (QFD)

محمد جواد اصغری پور - دانشگاه علم و صنعت ایران

رسول نورالسنا - دانشگاه علم و صنعت ایران

ژیلا نصیری - دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده:

در بازار رقابت جهانی، کیفیت حرف اول را در تسخیر بازار فروش محصول می زند. به همین دلیل ارتقاء کیفیت اولین و مهمترین عامل پیشی گرفتن از رقبا و گرفتن سهم عمده بازار می باشد. روش گسترش فعالیتهای کیفی یا QFD (Quality Function Deployment) یکی از موفقترین ابزارهای ارتقاء کیفیت است که با ملحوظ نمودن خواسته ها و رضایت مشتری در سنگ بنای توسعه کیفیت محصول، نهایتاً طراحی و تولید محصول و خدماتی را ارائه می کند که عین خواسته مشتری و در بعضی موارد، فراتر از آن را نتیجه می دهد. در این مقاله اولویت بندی خواسته های مشتری در روش QFD مورد بررسی قرار گرفته است و روشی برای آن پیشنهاد می شود که با استفاده از رتبه بندی گزینه ها درجات اهمیت آنها را تعیین می کند، سپس با یک مثال کاربردی این روش توضیح داده می شود و با روشهای معمولی مانند روش AHP و روش CAA مورد مقایسه قرار می گیرد. واژه های کلیدی:

گسترش فعالیتهای کیفی (QFD) - خانه کیفیت (House of Quality) - روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy process) AHP - روش (Comparative attribute Analysis) CAA - مدل برنامه ریزی خطی (Linear Programming).

مقدمه:

روش گسترش فعالیتهای کیفی (QFD) یکی از موفقترین ابزارهای ارتقاء کیفیت است که با ملحوظ نمودن خواسته ها و رضایت مشتری در سنگ بنای توسعه کیفیت محصول، نهایتاً طراحی و تولید محصول و خدماتی را ارائه می کند که عین خواسته مشتری و در بعضی موارد، فراتر از آن را نتیجه می دهد. بعبارت دیگر استفاده از روش QFD در طراحی کلیه مراحل و فرآیندهای تکوین و فرآوری محصول باعث می شود تا تمامی این فرآیندها بر اساس نیازمندی های عنوان شده از طرف مشتری و در جهت ارضا نمودن این نیازمندی ها شکل بگیرد و در این راستا عمل نماید. این روش بصورت گسترده در مراکز تحقیق و توسعه و برای پروژه های ایجاد و توسعه محصول جدید بکار می رود. شکل شماره ۱ نمونه ای از ماتریس خانه کیفیت را نشان می دهد که یکی از ابزارهای اساسی در روش QFD است.

خانه کیفیت، ابزاری توانمند برای ترجمه ندای مشتری و خواسته های کیفی او از محصول به الزامات کمی می باشد که به نحو چشمگیری قابلیت پیگیری و لحاظ نمودن آنها را در محصول از طرف سازمان بالا می برد. مراحل تکوین آن عبارتست از:

قدم اول - تعیین خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان (Whats):

قدم دوم - اولویت بندی نیازهای کیفی

قدم سوم - ارزیابی رقبا از نقطه نظر مشتری

قدم چهارم - تبدیل خواسته ها و الزامات کیفی به مشخصه های فنی و مهندسی محصول

قدم پنجم - توسعه یک ماتریس ارتباط بین خواسته های مشتری و مشخصه های فنی

قدم ششم - ارزیابی رقبا از نظر فنی و تکنیکی

قدم هفتم - توسعه خواسته های مشتری

قدم هشتم - اولویت بندی مشخصات فنی محصول
قدم نهم - بررسی رابطه مشخصه های فنی محصول با یکدیگر
قدم دهم - تعیین مقادیر هدف برای خصوصیات فنی

ماتریس ارتباط

(تعامل بین پارامترهای فنی)

چطور می توانیم به آن برسیم؟
طرح های فنی خاص احتیاجات برای ستون های مختلف

اهمیت نیازهای مختلف مشتریان	مشتری چه می خواهند؟ نیازهای مشخص مشتری در ردیفهای مختلف	ماتریس ترجمه (ماتریس ارتباط) ارتباط بین نیازهای مشتریان و پارامترهای فنی که می تواند بصورت قوی، متوسط، ضعیف رتبه بندی شود	ارزیابی مشتری از نظر محصولات رقیب
		ارزیابی فنی محصولات رقیب	
		چقدر از هر پارامتر فنی مورد نیاز است؟ مشخصات کمی	
		اهمیت پارامترهای فنی مختلف	

شکل شماره ۱- ماتریس خانه کیفیت

QFD زمانی نتایج موثری را نتیجه می دهد که تیم بر نیازمندیهای مؤثر و حساس بر موفقیت محصول تمرکز کند. بدون تردید درجه اهمیت تمامی خواسته های مشتریان با هم یکسان نبوده و از نظر مشتری و تولید کننده، تعدادی از آنها از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای اولویت بندی خواسته های مشتریان روشهای مختلفی وجود دارد مانند روش (Comparative Attribute Analysis) CAA, (Analytical Hierarchy Process) AHP که بررسی این روشها و ارائه یک روش پیشنهادی در این مقاله مورد بحث قرار می گیرد.

۱- روش پیشنهادی

در این روش، اوزان کاردینال (W_i) با استفاده از رتبه بندی های مشخص شده برای گزینه ها، مشخص می گردد (این روش توسط آقای دکتر اصغریور توسعه داده شده است). [۱]
ابتدا فرض می شود که یک اولویت بندی از M گزینه، بطور نمونه بصورت ذیل مفروض باشد:

$$A_1^{(i)} > A_2^{(i)} > \dots > A_j^{(i)} > A_{(j+1)}^{(i)} > \dots > A_{m-1}^{(i)} > A_m^{(i)}$$

بطوری که گزینه $A^{(l)}$ در رتبه یکم و گزینه $A^{(i11)}$ در آخرین رتبه واقع شده است. با توجه به روابط بالا می توان برای اوزان کاردینال، روابط زیر را در نظر گرفت:

$$W_1 > W_2 > \dots > W_j > W_{j+1} > \dots > W_{m-1} > W_m$$

و به منظور رعایت شدت ممکن از اولویت بندی های مختلف از پارامتر j برابر با بالاترین رتبه هر یک از عبارات استفاده می کنیم:
 $(W_1 - W_2) > 0, (W_2 - W_3) > 0, \dots, j(W_j - W_{j+1}) > 0, \dots, (m-1)(W_{m-1} - W_m) > 0$ بنابراین به منظور دسترسی به W های موجود می بایست:

$$\text{Max}\{(W_1 - W_2), (W_2 - W_3), \dots, j(W_j - W_{j+1}), \dots, (m-1)(W_{m-1} - W_m)\}$$

$$\text{st. } \sum_{j=1}^m w_j = 1$$

$$W_j \geq 0$$

برای ماکزیمم سازی مدل چند هدفه کافی است کمینه آن اهداف را بیشینه نمائیم. بدینصورت:

Max Z

$$Z \leq j(W_j^{(t)} - W_{j+1}^{(l)}) \quad j(\text{رتبه})=2,1,\dots,m$$

$$Z \leq m.W_M^{(i11)} \quad t, l (\text{شماره گزینه})=2,1,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^m W_j^{(i)} = 1 \quad I (\text{شماره گزینه})=2,1,\dots,m$$

$$W_j^{(i)} \geq 0$$

Z = آزاد

Z یک متغیر دلخواه بوده و پارامتر Z بر حسب نظر آنالیست، به منظور تامین درجه خاصی از شدت برای ارجحیتها و اختلاف در بین آنها، می تواند به $z/2$ و $2J$ و z و غیره تغییر یابد. همچنین $W_j^{(i)}$ نشان دهنده وزن کاردینال برای گزینه i ام است.

۲-مثال کاربردی

بمنظور ارائه کاربردی از این روش، ۸ خواسته مشتری در نظر گرفته می شود که باید بعنوان فاکتورهای کلیدی در طراحی محصول لحاظ شوند (CA1, CA2, ..., CA8). ابتدا باید خواسته ها رتبه بندی شوند.

الف- رتبه بندی خواسته ها

با تهیه پرسش نامه ای از متخصصان و صاحب نظران خواسته می شود که برای n خواسته موجود رتبه های ۱ تا n را تخصیص دهند. در این مثال برای ۸ خواسته رتبه های ۱ تا ۸ تخصیص داده می شود.

ب- تعیین اوزان نسبی خواسته ها

بعد از تکمیل پرسش نامه ها توسط صاحب نظران اطلاعاتی مطابق جدول شماره ۲ بدست می آید :

جدول شماره ۲- جدول رتبه بندی خواسته ها

No	Customer Requirment	Ranking of decision maker No.								
		No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8	No9
۱	CA _۱	۱	۵	۶	۲	۴	۳	۵	۲	۵
۲	CA _۲	۶	۱	۱	۱	۳	۲	۳	۳	۱
۳	CA _۳	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۵	۸
۴	CA _۴	۴	۲	۲	۳	۱	۱	۱	۴	۳
۵	CA _۵	۳	۳	۵	۴	۵	۵	۴	۶	۴
۶	CA _۶	۵	۴	۷	۵	۶	۶	۷	۷	۷
۷	CA _۷	۷	۶	۴	۶	۷	۷	۶	۸	۲
۸	CA _۸	۲	۷	۳	۷	۲	۴	۲	۱	۶

مطابق روش Individual Criteria approach امتیازات $n-1$ و $n-2$ و ... و 0 را به رتبه های یکم و دوم و ... و n ام تخصیص می دهیم. [7] در این مثال ماتریس زیر برای $n=8$ بدست می آید و از مجموع سطری آن، وزن نسبی هر خواسته محاسبه می شود بدین صورت:

CA ₁	۷	۳	۲	۶	۴	۵	۳	۶	۳	CA ₁	۳۹
CA ₂	۲	۷	۷	۷	۵	۶	۵	۵	۷	CA ₂	۵۳
CA ₃	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	CA ₃	۳
CA ₄	۴	۶	۶	۵	۷	۷	۷	۴	۵	CA ₄	۵۱
CA ₅	۵	۵	۳	۴	۳	۳	۴	۲	۴	CA ₅	۳۳
CA ₆	۳	۴	۱	۳	۲	۲	۱	۱	۱	CA ₆	۱۸
CA ₇	۱	۲	۴	۲	۱	۱	۲	۰	۶	CA ₇	۱۹
CA ₈	۶	۱	۵	۱	۶	۴	۶	۷	۲	CA ₈	۳۸

در نهایت رتبه بندی خواسته ها بصورت زیر بدست می آید:
(CA₂, CA₄, CA₁, CA₈, CA₅, CA₇, CA₆, CA₃)

ج- حل مدل و تعیین درجات اهمیت

تا به اینجا رتبه بندی ۸ گزینه بصورت زیر بدست آمده است: $A_4 > A_6 > A_1 > A_8 > A_5 > A_7 > A_3 > A_2$. مطابق روش ارایه شده، مدل این مساله بصورت زیر خواهد بود:

Max Z

$$st : Z - w_1 + w_6 \leq 0 \quad Z - 8w_8 \leq 0$$

$$Z - 2(w_6 - w_1) \leq 0 \quad w_1 + w_2 + \dots + w_8 = 1$$

$$Z - 3(w_1 - w_8) \leq 0 \quad w_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, 8$$

$$Z - 4(w_8 - w_5) \leq 0 \quad Z : \text{آزاد}$$

$$Z - 5(w_5 - w_7) \leq 0$$

$$Z - 6(w_7 - w_6) \leq 0$$

$$Z - 7(w_6 - w_1) \leq 0$$

w_i = نشان دهنده وزن کاردینال گزینه نام است.

بعد از حل این مدل توسط نرم افزاری Lingo، اوزان کاردینال خواسته های مشتری به صورت زیر بدست می آید:

$$w_1 = 0,01 \quad w_2 = 0,34 \quad w_3 = 0,21 \quad w_4 = 0,15 \quad w_5 = 0,11 \quad w_6 = 0,08 \quad w_7 = 0,05 \quad w_8 = 0,03$$

د- تشکیل خانه کیفیت

برای ۸ خواسته مشتری، ۷ خصوصیت فنی مرتبط تعیین شده و ماتریس ارتباط بین آنها تشکیل می گردد که در شکل شماره ۳ نشان داده شده است:

		A	B	C	D	E	F	G	اهمیت
		TC ₁	TC ₂	TC ₃	TC ₄	TC ₅	TC ₆	TC ₇	
۱	CA ₁				•		Δ		۰,۱۵
۲	CA ₂						•		۰,۳۴
۳	CA ₃		•			■			۰,۰۱
۴	CA ₄		•			■			۰,۲۱
۵	CA ₅	•							۰,۰۸
۶	CA ₆	Δ						•	۰,۰۳
۷	CA ₇	■							۰,۰۵
۸	CA ₈			•				Δ	۰,۱۱
وزن مطلق		۰,۹	۰,۹۸	۰,۹۹	۱,۳۵	۰,۶۶	۳,۲۱	۰,۳۸	
وزن نسبی		۹,۵	۲۰,۹	۱۰,۴	۱۴,۲	۷	۳۳,۹	۴,۱	

شکل شماره ۳- حل خانه کیفیت با استفاده از روش پیشنهادی

بوسیله حاصلضرب ستونی درجات اهمیت بدست آمده برای خواسته ها در ماتریس ارتباط، وزن مطلق خصوصیات فنی و سپس وزن نسبی آنها محاسبه می گردد. که در نهایت با توجه به اوزان نسبی می توان خصوصیات فنی را بصورت زیر مرتب کرد :

$$TC6 > TC2 > TC4 > TC3 > TC1 > TC5 > TC7$$

۳- روش AHP

روش AHP یک تکنیک تصمیم گیری چند معیاره است که می توان از آن برای اندازه گیری درجات اهمیت خواسته های مشتری استفاده نمود. این روش به منظور دسته بندی خواسته های مشتریان، یک ساختار سلسله مراتبی مشابه دیاگرام ارتباط و دیاگرام درختی ایجاد می کند سپس با استفاده از

نظرات مشتریان، اهمیت نسبی هر یک از خواسته ها را در هر دسته ای که در آن قرار دارد، تعیین می کند و با ترکیب درجات اهمیت بدست آمده، درجه اهمیت کلی هر خواسته محاسبه می شود. [8]

مثال طرح شده با استفاده از روش AHP باردیگر حل می شود بدین منظور از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می شود یعنی از هر تصمیم گیرنده خواسته می شود ۸ خواسته را دو بدو با هم مقایسه کرده و برای مقایسه از اعداد ۱ و ۳ و ۵ و ۷ و ۹ استفاده کند. این اعداد وزن نسبی خواسته ها را در قالب یک ماتریس نشان می دهد. سپس ماتریس های بدست آمده با استفاده از میانگین هندسی با هم ترکیب شده و ماتریس نهایی تصمیم گیری وارد نرم افزار expert choice می گردد و در نهایت درجات اهمیت مشخص میشود. در این مساله برای خواسته های مشتری درجات اهمیت بصورت زیر بدست آمده است:

$$w_d=0,11 \quad w_f=0,087 \quad w_e=0,086 \quad w_r=0,34 \quad w_c=0,22 \quad w_s=0,17 \quad w_l=0,15 \quad w_j=0,14$$

مساله را یکبار دیگر با این درجات اهمیت حل می کنیم و خانه کیفیتی مطابق شکل شماره ۴ را بدست می آوریم:

		A	B	C	D	E	F	G	اهمیت
		TC ₁	TC ₂	TC ₃	TC ₄	TC ₅	TC ₆	TC ₇	
۱	CA ₁				•		Δ		۰,۱۴
۲	CA ₂						•		۰,۲۲
۳	CA ₃		•			≠			۰,۳۴
۴	CA ₄		•			≠			۰,۱۷
۵	CA ₅	•							۰,۱۱
۶	CA ₆	Δ						•	۰,۰۸۶
۷	CA ₇	≠							۰,۰۸۷
۸	CA ₈			•				Δ	۰,۱۵
وزن مطلق		۱,۳۴	۱,۸۴	۱,۳۵	۱,۲۶	۰,۶۱	۲,۱۲	۰,۹۲	
وزن نسبی		۱۴,۲	۱۹,۵	۱۴,۳	۱۳,۳	۶,۵	۲۲,۴	۹,۷	

شکل شماره ۴- حل خانه کیفیت با استفاده از روش AHP

$$TC_6 > TC_2 > TC_3 > TC_1 > TC_4 > TC_7 > TC_5$$

در اینجا ذکر این نکته لازم است که روش کلاسیک AHP (با استفاده از مقیاس فاصله ای ۱ تا ۹ در مقایسات زوجی) بهتر است بصورت گروهی و برای مواردی مورد استفاده قرار گیرد که سوالات مقایسه ای از دو گزینه مفروض ماهیتاً از نوع "نسبت" باشند. زیرا پاسخ DM در اینصورت به ارزش w_i / w_j نزدیک می شود. [۹]

۴- روش CAA

برای اولویت بندی خواسته های مشتریان می توان از روش CAA (Comparative attribute analysis) استفاده کرد. CAA از یک مدل برنامه ریزی آرمانی غیر خطی استفاده می کند برای تعیین درجه اهمیت خواسته ها. هدف از این روش بدست آوردن تخمینی از وزن هاست که بتوان اهمیت نسبی ویژگی ها را ارزیابی کرد. [9]

$$\text{Min} \sum_{h=0}^8 a_{jkh} (\bar{d}_{jkh})^2 + \sum_{j,k \in S_0} a_{jko} (\bar{d}_{jko})^2$$

$$w_k - w_j + \bar{d}_{jkh} \geq h \quad \text{all}(j,k) \in s_h \quad h = 1, 2, \dots, n$$

$$w_k - w_j + d_{jko}^- - d_{jko}^+ = 0 \quad \text{all}(j, k) \in S_0$$

$$w_i \geq 1 \quad w_i \leq 9 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

برای استفاده از روش CAA، نیز همانند روش AHP از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می شود یعنی از همان ۹ ماتریس مقایسات زوجی بدست آمده در روش AHP. در صورت در نظر گرفتن تمامی نظرات بصورت ترکیبی، تمام ۹ ماتریس بعنوان ورودی وارد مدل می شود و مطابق روش CAA، یک مدل برنامه ریزی غیر خطی برای آن تشکیل می شود. برای حل این مدل از نرم افزار MATLAB استفاده می گردد و درجات اهمیت خواسته های مشتری بصورت زیر بدست می آید:

$$w_1=1,33 \quad w_2=6,33 \quad w_3=6 \quad w_4=4,33 \quad w_5=5,66 \quad w_6=3,66 \quad w_7=3 \quad w_8=2,5$$

مساله را بار دیگر با این درجات اهمیت حل می کنیم و خانه کیفیتی مطابق شکل شماره ۵ را بدست می آوریم:

		A	B	C	D	E	F	G	اهمیت
		TC ₁	TC ₂	TC ₃	TC ₄	TC ₅	TC ₆	TC ₇	
۱	CA ₁				•		Δ		۴,۳۳
۲	CA ₂						•		۶,۳۳
۳	CA ₃		•			–			۱,۳۳
۴	CA ₄		•			–			۶
۵	CA ₅	•							۳,۶۶
۶	CA ₆	Δ						•	۲,۵
۷	CA ₇	–							۳
۸	CA ₈			•				Δ	۵,۶۶
وزن مطلق		۴۴,۴۴	۶۵,۹۷	۵۰,۹۴	۳۸,۹۷	۲۱,۹۹	۶۱,۳	۲۸,۱۶	
وزن نسبی		۱۴,۲۵	۲۱,۱۶	۱۶,۳۳	۱۲,۵	۷,۰۵	۱۹,۶۶	۹,۰۳	

شکل شماره ۵- حل خانه کیفیت با استفاده از روش CAA

$$TC_2 > TC_6 > TC_3 > TC_1 > TC_4 > TC_7 > TC_5$$

اشکالی که به این مدل وارد می شود این است که زمانی که اهمیت دوخواسته را با هم مقایسه می کند مثلاً $P_i=5$ و $P_j=1$ در نظر می گیرد، این دو عدد نشان دهنده نسبت اهمیت بین دو پارامتر K, L است و از نظر ریاضی، نمی توان این دو عدد را از هم کم کرد و نمی توان نوشت: [۱]

$$\Delta P_{jk} = |P_j - P_k| = |1 - 5| = 4$$

نتیجه گیری:

روش پیشنهاد شده در این مقاله می تواند برای محاسبه درجات اهمیت در روش گسترش فعالیت های کیفی یا QFD بکار رود. روش پیشنهادی با روندی بسیار ساده تر نسبت به روش های معمول تصمیم گیری مانند AHP, CAA، نتایج صحیحتر و دقیقتری را ارائه می کند. که نتایج بدست آمده می تواند بعنوان درجات اهمیت خواسته های مشتریان وارد خانه کیفیت شود. همچنین جمع آوری اطلاعات در روش پیشنهادی نسبت به دیگر روشها بسیار راحتتر و دقیقتر انجام می گیرد چون در روشهای AHP, CAA از ماتریس مقایسات زوجی بعنوان ورودی مدل استفاده می شود اما در روش پیشنهادی از رتبه بندی گزینه ها .

مراجع:

۱. اصغرپور، محمد جواد "تصمیم گیری گروهی و نظریه بازیها"، انتشارات دانشگاه تهران (تائید شده و در حال چاپ)
۲. رضائی، کامران؛ هوشیار، محمد؛ حسینی، حمید رضا "QFD رویکردی مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول"، نشر آتنا، ۱۳۸۰
۳. حسینی آشتیانی، حمیدرضا "معرفی و تشریح QFD با تاکید بر مراحل تکمیل خانه کیفیت" مجله صنایع، شماره ۲۰، پائیز ۷۸
- 4-Akao, Yoji; Shigeru, Mizuno "QFD: The Customer-driven approach to quality planning and development", APO, 1994
- 5-B. Reville, Jack; W. Moran, John; A. Cox, Charles "The QFD Handbook", John Wiley & Sons Inc, 1989
- 6-Hwang, ching-Lai; Lin, Ming leng "Group decision making under multiple criteria (Methods and application)", Mc Grow Hill
- 7-Armacost, R.L.; P.J. componantion; M.A. Mullens; W.W. Swart "An AHP framework for prioritizing customer requirments in QFD: An Industrialized housing application", IIE Transactions, 26, July 1994, 72-79
- 8-Shirland, Larry E. ; Jesse, Richard R. "Prioritizing customer requirments using Goal programming", 51st Annual quality congress proceedings, May 5-7, 1997, Orlando