

استفاده از MADM گروهی فازی برای رتبه بندی مشخصه های مهندسی در QFD

رمضان نعمتی

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان
arash58ie@in.iut.ac.ir

سید رضا حجازی

استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان

ابراهیم باباقادری

کارشناس مهندسی صنایع، شرکت زامیاد

محمد رضا ابراهیمی

کارشناس مهندسی صنایع، شرکت زامیاد

چکیده

QFD یک ابزار قدرتمند جهت ارتقای رضایت مشتری از طریق بهبود کیفیت محصول و کاهش زمان و هزینه های تولید است. به دلیل استفاده از داده های کیفی و مبهم در مراحل مختلف QFD، از رویکرد فازی به آن استفاده می شود. رتبه بندی مشخصه های مهندسی در خانه کیفیت معمولاً بر اساس میزان تاثیر گذاری هر یک در برآورده ساختن خواسته های مشتری انجام می شود حال آنکه معیارهای دیگری مانند هزینه، زمان، دشواری تکنیکی و موقعیت بازار نیز وجود دارند که باید در رتبه بندی مشخصه های مهندسی لحاظ شوند. در این مقاله روشی برای رتبه بندی مشخصه های مهندسی در QFD فازی بر اساس چند معیار فازی ارائه می شود. در روش جدید فرض بر آن است که میزان تاثیر گذاری مشخصه های مهندسی بر خواسته های مشتری به صورت اعداد فازی از QFD فازی به دست آمده و سایر معیارها به صورت متغیرهای زبانی از اعضای گروه QFD اخذ می شوند. از MADM گروهی فازی برای رتبه بندی مشخصه های مهندسی استفاده شده و میزان برتری هر یک از

مشخصه های مهندسی بر سایر مشخصه های مهندسی به صورت کمی تعیین می شود. برای نشان دادن چگونگی محاسبات در روش ارائه شده، یک مثال محاسباتی نیز حل شده است.

واژه های کلیدی: رتبه بندی مشخصه های مهندسی - QFD فازی - MADM گروهی فازی

۱- مقدمه

QFD (Quality Function Deployment) یک ابزار قدرتمند جهت ارتقای رضایت مشتری از طریق بهبود کیفیت محصول و کاهش زمان و هزینه های تولید است. با استفاده از QFD ضمن بهبود کیفیت محصول امکان کاهش زمان تولید و هزینه تولید نیز بوجود می آید. در نخستین مرحله از همه روشهای متداول برای QFD از ماتریسی به نام خانه کیفیت (House Of Quality) استفاده می شود که در آن خواسته های مشتری (Customer Attributes) بر مشخصه های مهندسی (Engineering Characteristics) اعمال می شود. در خانه کیفیت مقدار هدف مشخصه های مهندسی با توجه به خواسته های مشتری تعیین شده و سپس با استفاده از معیار میزان تاثیر گذاری مشخصه های مهندسی بر تمام خواسته های مشتری اقدام به رتبه بندی مشخصه های مهندسی می شود تا مشخصه های مهندسی مهم به مراحل بعدی QFD فرستاده شوند [1]. در QFD معمولاً از داده های مبهم و نظرات ذهنی دارای عدم قطعیت اعضای گروه QFD استفاده می شود لذا از رویکرد فازی به آن استفاده می شود. در خانه کیفیت در تعیین درجه اهمیت خواسته های مشتری در محصول فعلی و محصول رقیب و تعیین میزان تاثیر هر یک از مشخصه های مهندسی بر هر یک از خواسته های مشتری عدم قطعیت (Uncertainty) وجود دارد و لذا میزان تاثیر هر یک از مشخصه های مهندسی بر همه خواسته های مشتری که در رتبه بندی مشخصه های مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد نیز عدم قطعیت وجود خواهد داشت. با استفاده از QFD فازی این میزان تاثیر گذاری به صورت اعداد فازی به دست می آید [2]. برای رتبه بندی مشخصه های مهندسی معیارهای دیگری به جز میزان تاثیر گذاری بر خواسته های مشتری وجود دارن که از آن جمله می توان به دشواری تکنیکی (Technical Difficulty)، سطح هزینه زا بودن، سطح زمان بر بودن و موقعیت بازار اشاره نمود [3]. مسود و دین (Masud & Dean) با استفاده از QFD فازی میزان تاثیر گذاری مشخصه های مهندسی بر خواسته های مشتری را به صورت اعداد فازی مثلی به دست آورده و با مقایسه این اعداد فازی، مشخصه های مهندسی را رتبه بندی کرده اند [4]. خو و هو [5] (Khoo & Ho) و ژوو [6] (Zhou) نیز از روشی مشابه [4] برای

رتبه بندی مشخصه های مهندسی استفاده نموده اند. هان و همکاران (Han & et.al.) [7] از تصمیم گیری چند شاخصه (Multiple Attribute Decision Making) یا MADM برای رتبه بندی مشخصه های مهندسی در QFD معمولی استفاده کرده اند. در این مقاله با استفاده از MADM گروهی فازی [8] روشی برای رتبه بندی مشخصه های مهندسی در خانه کیفیت فازی بر اساس چند معیار فازی ارائه می شود. در روش جدید میزان برتری هر یک از مشخصه های مهندسی بر سایر مشخصه های مهندسی به صورت یک عدد کمی تعیین می شود. فرض بر آن است که میزان تاثیر گذاری مشخصه های مهندسی بر تمام خواسته های مشتری از خانه کیفیت QFD فازی به دست می آید و سایر معیارها به صورت متغیرهای زبانی (Linguistic Variables) از اعضای گروه QFD اخذ می شوند. فرض بر آن است که خواننده با QFD، QFD فازی و MADM آشنایی کافی دارد. در بخش دوم روش رتبه بندی ارائه می شود و در بخش سوم برای نشان دادن چگونگی محاسبات در روش رتبه بندی، یک مثال محاسباتی حل می شود. نتایج حاصل از تحقیق و پیشنهادات برای تحقیقات مرتبط با موضوع در بخش چهارم آمده است.

۲- روش رتبه بندی

در این بخش با استفاده از تئوری مجموعه های فازی و MADM گروهی فازی، یک رویکرد فازی جدید به رتبه بندی مشخصه های مهندسی در خانه کیفیت QFD فازی ارائه می شود. در این روش فرض بر آن است که میزان تاثیر گذاری مشخصه های مهندسی بر تمام خواسته های مشتری به صورت اعداد فازی از خانه کیفیت QFD فازی به دست آمده و سایر معیارها مانند سطح هزینه زا بودن، سطح زمان بر بودن، سطح دشواری تکنیکی و موقعیت بازار به صورت متغیرهای زبانی از اعضای گروه QFD اخذ می شوند. گروه QFD شامل k نفر است و m مشخصه مهندسی و n معیار فازی وجود دارد. فرض کنید میزان تاثیر گذاری مشخصه های مهندسی بر تمام خواسته های مشتری، معیار $n-1$ ام بوده و سایر معیارها با شماره های ۱ تا $n-1$ مشخص می شوند. همچنین فرض نمائید اعضای گروه QFD درجه اهمیت هر یک از معیارها را نیز به صورت متغیر زبانی ارائه می کنند. پس از اخذ نظرات اعضای گروه QFD در مورد وضعیت مشخصه های مهندسی در معیارهای شماره ۱ تا $n-1$ و درجه اهمیت هر یک از معیارها می توان وضعیت مشخصه های مهندسی در معیارهای شماره ۱ تا $n-1$ و درجه اهمیت معیارها را به ترتیب به صورت (۱) و (۲) محاسبه نمود.

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{X}_{ij}^1 + \tilde{X}_{ij}^2 + \dots + \tilde{X}_{ij}^k] \quad (1)$$

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{k} [\tilde{W}_j^1 + \tilde{W}_j^2 + \tilde{W}_j^3 + \dots + \tilde{W}_j^k] \quad (3)$$

\tilde{X}_{ij}^k وضعیت مشخصه مهندسی i-ام در معیار j-ام از نظر عضو k-ام گروه QFD و \tilde{X}_{ij} وضعیت مشخصه مهندسی i-ام در معیار j-ام می باشد. W_j^k درجه اهمیت معیار j-ام از نظر عضو k-ام گروه QFD و W_j درجه اهمیت معیار j-ام می باشد. \tilde{X}_{ij} و W_j به صورت متغیرهای زبانی می باشند که می توان با استفاده از یک مقیاس تبدیل متغیرهای زبانی که نمونه ای از آن در جدول ۱ نشان داده شده، به صورت اعداد فازی به ترتیب $\tilde{X}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ و $W_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ نشان داد.

جدول ۱- متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی متناظر آنها

Very Low (VL)	(0 , 0 , 0/1)
Low (L)	(0 , 0/1, 0/3)
Medium Low (ML)	(0.1, 0/3 , 0/5)
Medium (M)	(0.3 , 0/5 , 0/7)
Medium High (MH)	(0/5 , 0/7 , 1)
High (H)	(0/7 , 0/9 , 1)
Very High (VH)	(0/9 , 1 , 1)

ماتریس تصمیم (Decision Matrix) با حضور همه مشخصه های مهندسی و معیارها، به صورت (۴)

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \tilde{X}_{m2} & \dots & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

می باشد. برای ایجاد سازگاری میان معیارهای کیفی و رتبه های زبانی معیارهای ذهنی، مقیاسهای متفاوت را می توان با استفاده از تغییر مقیاس خطی (Linear Scale Transformation) به یک

مقیاس تبدیل کرد. بنابراین می‌توان ماتریس تصمیم فازی نرمال شده که با \tilde{R} نشان داده می‌شود را به صورت (۵) بدست آورد.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (5)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad j \in B \quad (6)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad j \in C \quad (7)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad j \in B \quad (8)$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \quad j \in C \quad (9)$$

B مجموعه معیارهای سود و C نیز مجموعه معیارهای هزینه است. روش نرمال‌سازی خطی به منظور حفظ خاصیت تعلق اعداد فازی نرمال شده به بازه [۰ و ۱]، مورد استفاده قرار گرفته است. با در نظر گرفتن اهمیت معیارها، ارزش نهایی فازی هر آلترناتیو یا مشخصه مهندسی به صورت زیر محاسبه می‌شود؛

$$\tilde{P}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{W}_j \quad i = 1, 2, \dots, m$$

پس از محاسبه ارزش نهایی فازی هر آلترناتیو می‌توان مقایسه زوجی روابط ارجحیت میان آلترناتیوهای A_i و A_j را انجام داد. برای تعریف رابطه‌ای برای ارجحیت آلترناتیو A_i نسبت به A_j ، عدد فازی \tilde{Z}_{ij} به صورت زیر محاسبه می‌شود؛

$$\tilde{Z}_{ij} = \tilde{P}_i(-) \tilde{P}_j \quad \tilde{Z}_{ij}^\alpha = [\tilde{Z}_{ijl}^\alpha, \tilde{Z}_{iju}^\alpha] \quad Z_{ijl}^\alpha = [P_{il}^\alpha - P_{ju}^\alpha] \quad Z_{iju}^\alpha = [P_{iu}^\alpha - P_{jl}^\alpha]$$

$$\tilde{P}_j^\alpha = [P_{jl}^\alpha, P_{ju}^\alpha] \quad \tilde{P}_i^\alpha = [P_{il}^\alpha, P_{iu}^\alpha]$$

اگر برای $\alpha \in [0, 1]$ $Z_{ijl}^\alpha > 0$ باشد، آنگاه A_i کاملاً بر A_j ترجیح داده می‌شود و اگر برای $\alpha \in [0, 1]$ $Z_{iju}^\alpha < 0$ باشد، آنگاه A_i کاملاً بر A_j ترجیح داده نمی‌شود. اگر به ازای بعضی مقادیر از α

داشته باشیم $Z_{ijl}^\alpha < 0$ و $Z_{iju}^\alpha > 0$ آنگاه می توان e_{ij} را به عنوان رابطه ارجحیت میان آلترناتیوهای A_i و A_j برای نشان دادن درجه ارجحیت A_i به صورت زیر تعریف نمود؛

$$e_{ij} = \frac{S_i}{S} \quad s > 0 \quad S = S_1 + S_2 \quad S_1 = \int_{x>0} \mu_{z_{ij}}(x) dx \quad S_2 = \int_{x<0} \mu_{z_{ij}}(x) dx$$

e_{ij} درجه ارجحیت A_i نسبت به A_j است و $\mu_{z_{ij}}(x)$ نیز تابع عضویت عدد فازی مثلثی \tilde{Z}_{ij} است. S_1 نشان دهنده نسبتی است که A_i بر A_j ترجیح داده می شود. اگر $e_{ij} > 0.5$ باشد، آنگاه A_i بر A_j ترجیح داده می شود و اگر $e_{ij} = 0.5$ باشد، آنگاه A_i و A_j نسبت به هم ارجحیت ندارند. اگر $e_{ij} < 0.5$ آنگاه A_j بر A_i ترجیح داده می شود. با استفاده از رابطه ارجحیت فازی می توان ماتریس رابطه ارجحیت فازی را به صورت زیر بنا نمود؛

$$E = [e_{ij}]_{m \times m}$$

ماتریس رابطه ارجحیت فازی، درجه ارجحیت هر جفت آلترناتیو را نشان می دهد. ماتریس رابطه ارجحیت مطلق فازی به صورت زیر تعریف می شود؛

$$E^s = [e_{ij}^s]_{m \times m} \quad e_{ij}^s = \begin{cases} e_{ij} - e_{ji} & e_{ij} \geq e_{ji} \\ 0 & o.w. \end{cases}$$

e_{ij}^s درجه برتری مطلق A_i نسبت به A_j است. درجه غلبه (Nondominated) آلترناتیو A_i به صورت زیر تعیین می شود؛

$$\mu^{ND}(A_i) = \min_{j \in \Omega} \{1 - e_{ji}^s\} = 1 - \max_{j \in \Omega} e_{ji}^s$$

Ω مجموعه مشخصه های مهندسی می باشد. هر چه $\mu^{ND}(A_i)$ بزرگتر باشد، A_i درجه غلبه بزرگتری بر سایر آلترناتیوها دارد. (یعنی آلتوناتیوی که μ^{ND} بزرگتری دارد، مطلوب تر است). بنابراین می توانیم از μ^{ND} برای رتبه بندی چند آلترناتیو استفاده کنیم. روش رتبه بندی به شرح زیر است [9]؛

$$(1) \text{ قرار دهید } k = 0 \text{ و } \Omega = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$$

(2) آلترناتیوی که بزرگترین μ^{ND} دارد را انتخاب کرده و آن را A_h بنامید. رتبه A_h را به صورت زیر بنویسید،

$$r(A_h) = K + 1$$

۳) آلترناتیو A_{h_i} را از Ω حذف کنید. سطر و ستون مربوط به A_{h_i} را از ماتریس رابطه ارجحیت مطلق فازی حذف کنید.

۴) μ^{ND} را برای هر آلترناتیو، مجدداً حساب کنید. اگر $\Omega = \phi$ بود، توقف کنید. در غیر این صورت قرار دهید $K=K+1$ و به قدم ۲ بروید.

۳- مثال محاسباتی

فرض کنید در یک محصول سه مشخصه مهندسی A_1 ، A_2 و A_3 وجود دارد و چهار معیار سطح هزینه زا بودن (c_1)، سطح زمان بر بودن (c_2)، سطح دشواری تکنیکی (c_3) و میزان تاثیرگذاری بر خواسته های مشتری (c_4) در نظر گرفته شده است. بنابراین مجموعه معیارهای سود $B = \{c_4\}$ و مجموعه معیارهای هزینه نیز $C = \{c_1, c_2, c_3\}$ خواهد بود. همچنین فرض کنید گروه QFD شامل سه نفر D_1 و D_2 و D_3 می باشد و میزان تاثیرگذاری مشخصه های مهندسی بر خواسته های مشتری به ترتیب به صورت زیر می باشد؛

$$\tilde{x}_{41} = (30,40,50) \quad \tilde{x}_{42} = (40,60,80) \quad \tilde{x}_{43} = (20,30,40)$$

اعضای گروه QFD نظرات خود در مورد وضعیت مشخصه های مهندسی در سه معیار دیگر به صورت جدول ۲ و در مورد درجه اهمیت معیارها به صورت جدول ۳ ارائه کرده اند. با جایگزینی متغیرهای زبانی جداول ۲ و ۳ با اعداد فازی متناظر اخذ شده از جدول ۱ می توان جداول ۴ و ۵ را بنا نمود.

جدول ۲- مشخصه های مهندسی به صورت متغیر زبانی

معیار	مشخصه های مهندسی		
	D_3	D_2	D_1
C_1	M	M	ML
	H	MH	MH
	MH	H	H
C_2	M	VH	H
	MH	H	VH
	VH	H	ML
C_3	M	H	M

H	H	H	A_2
VH	ML	H	A_3

جدول ۳- درجه اهمیت معیارها به صورت متغیر زبانی

	D_1	D_2	D_3
C_1	M	MH	M
C_2	MH	H	MH
C_3	MH	M	M
C_4	H	VH	VH

با استفاده از روابط ۱ و ۴؛ ماتریس تصمیم فازی مطابق جدول ۶ به دست می آید.

جدول ۴- درجه اهمیت معیارها به صورت اعداد فازی

	D_1	D_2	D_3
C_1	(0.3 , 0.5 , 0.7)	(0.5 , 0.7 , 0.9)	(0.3 , 0.5 , 0.7)
C_2	(0.5 , 0.7 , 0.9)	(0.7 , 0.9 , 1)	(0.5 , 0.7 , 0.9)
C_3	(0.5 , 0.7 , 0.9)	(0.3 , 0.5 , 0.7)	(0.3 , 0.5 , 0.7)
C_4	(0.7 , 0.9 , 1)	(0.9 , 1 , 1)	(0.9 , 1 , 1)

جدول ۵- مشخصه های مهندسی به صورت اعداد فازی

تصمیم گیرنده ها			مشخصه های مهندسی	معیار
D_3	D_2	D_1		
(0.3 , 0.5 , 0.7)	(0.3 , 0.5 , 0.7)	(0.1 , 0.3 , 0.5)	A_1	C_1
(0.7 , 0.9 , 1)	(0.5 , 0.7 , 0.9)	(0.5 , 0.7 , 0.9)	A_2	
(0.5 , 0.7 , 0.9)	(0.7 , 0.9 , 1)	(0.7 , 0.9 , 1)	A_3	

(0.3 , 0.5, 0.7)	(0.9 , 1, 1)	(0.7 , 0.9, 1)	A_1	C_2
(0.5 , 0.7, 0.9)	(0.7 , 0.9, 1)	(0.9 , 1, 1)	A_2	
(0.9 , 1, 1)	(0.7 , 0.9, 1)	(0.1 , 0.3 , 0.5)	A_3	
(0.3 , 0.5, 0.7)	(0.7 , 0.9, 1)	(0.3 , 0.5, 0.7)	A_1	C_3
(0.7 , 0.9, 1)	(0.7 , 0.9, 1)	(0.7 , 0.9, 1)	A_2	
(0.9 , 1, 1)	(0.1 , 0.3 , 0.5)	(0.7 , 0.9, 1)	A_3	

جدول ۶- ماتریس تصمیم فازی

	A_1	A_2	A_3
C_1	(0.23 , 0.43 , 0.63)	(0.57 , 0.77 , 0.93)	(0.63 , 0.83 , 0.97)
C_2	(0.63, 0.8 , 0.9)	(0.7 , 0.87, 0.97)	(0.57 , 0.73 , 0.83)
C_3	(0.43 , 0.63 , 0.8)	(0.7 , 0.9 , 1)	(0.57 , 0.73 , 0.83)
C_4	(30,40,50)	(40,60,80)	(20,30,40)

با استفاده از رابطه ۳ می توان درجه اهمیت فازی معیارها را از جدول ۴ مطابق جدول ۷ محاسبه نمود. ماتریس تصمیم فازی نرمال در جدول ۸ آمده است.

جدول ۷- درجه اهمیت فازی معیارها

\tilde{w}_1	(0.37 , 0.57, 0.77)
\tilde{w}_2	(0.57 , 0.77 , 0.93)
\tilde{w}_3	(0.37, 0.57 , 0.77)
\tilde{w}_4	(0.83 , 0.97 , 1)

جدول ۸- ماتریس تصمیم فازی نرمال

	A_1	A_2	A_3
C_1	(0.37 , 0.53 , 1)	(0.25 , 0.3 , 0.4)	(0.24 , 0.28 , 0.37)
C_2	(0.26, 0.29 , 0.37)	(0.24 , 0.26, 0.32)	(0.28 , 0.32 , 0.4)

C_r	(0.29 , 0.37 , 0.57)	(0.23 , 0.26 , 0.33)	(0.28 , 0.32 , 0.4)
C_f	(0.38,0.5,0.63)	(0.5,0.75,1)	(0.25,0.38,0.5)

ارزش نهایی فازی هر سه مشخصه مهندسی به صورت زیر محاسبه شده است؛

$$\tilde{P}_1 = (0.71, 1.2, 2.2) \quad \tilde{P}_2 = (0.73, 1.2, 1.86) \quad \tilde{P}_3 = (0.56, 0.96, 1.46)$$

اختلاف میان هر دو ارزش فازی نهایی به صورت زیر محاسبه شده است؛

$$\tilde{P}_1(-)\tilde{P}_2 = (-0.02, -0.05, 0.34)$$

$$\tilde{P}_1(-)\tilde{P}_3 = (0.15, 0.24, 0.74)$$

$$\tilde{P}_2(-)\tilde{P}_3 = (0.17, 0.29, 0.4)$$

ماتریس رابطهٔ ارجحیت فازی به صورت زیر محاسبه شده است؛

$$E = \begin{bmatrix} 0/5 & 0.94 & 1 \\ 0.06 & 0/5 & 1 \\ 0 & 0 & 0/5 \end{bmatrix}$$

ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی به صورت زیر محاسبه شده است؛

$$E^s = \begin{bmatrix} 0 & 0.88 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

درجهٔ غلوب هر مشخصه مهندسی به صورت زیر محاسبه شده است؛

$$\mu^{ND}(A_1) = 1$$

$$\mu^{ND}(A_2) = 0.12$$

$$\mu^{ND}(A_3) = 0$$

A_1 دارای بزرگترین درجهٔ غلوب است. قرار دهید،

$$r(A_1) = 1$$

آلترناتیو A_1 را از ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی حذف کنید.

پس از حذف A_1 ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی جدید به صورت زیر می باشد؛

$$E^s = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

بنابراین $\mu^{ND}(A_2)=1$ و $\mu^{ND}(A_1)=0$ بوده و لذا $r(A_2)=2$ و $r(A_3)=3$ خواهد بود. رتبه‌بندی سه مشخصه مهندسی به صورت $A_1 > A_2 > A_3$ می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله با تاکید بر لزوم در نظر گرفتن معیارهایی چون هزینه، زمان و دشواری تکنیکی به همراه میزان تاثیر بر خواسته‌های مشتری؛ حالتی که این معیارها به صورت فازی باشند در نظر گرفته شده است. روشی برای رتبه‌بندی مشخصه‌های مهندسی بر اساس چند معیار فازی ارائه شد که در آن از MADM گروهی فازی استفاده شده است. در MADM گروهی فازی رتبه‌بندی مشخصه‌های مهندسی به صورتی انجام شده است که میزان برتر بودن هر مشخصه مهندسی بر سایر مشخصه‌های مهندسی به صورت یک عدد در بازه $[0,1]$ تعیین می‌شود. می‌توان برای هر یک از اعضای گروه QFD در هر نوع نظر سنجی وزنی در نظر گرفت که بر اساس میزان تخصص و تجربه آنها در موضوع مورد نظر باشد.

منابع

- [1] رضایی، کامران؛ حسینی آشتیانی، حمیدرضا؛ هوشیار، محمد؛ (۱۳۸۰)، «QFD رویکردی مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول»، نشر آتنا و شرکت مشارکتی ار-و-توف ایران؛ تهران، چاپ اول.
- [2] نعمتی، رمضان؛ حجازی، سید رضا؛ (۱۳۸۲)، «لزوم و چگونگی کاربرد مجموعه‌های فازی نوع ۱ و نوع ۲ در تعیین مقدار هدف مشخصه‌های مهندسی لازم برای تولید کالا»، مجموعه مقالات چهارمین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن، دانشگاه مازندران، ۲۸۹-۲۷۷.
- [3] Vanegas, L.V. and Labib, A.W, (2001), "A fuzzy quality function deployment model for deriving optimum targets", International Journal of Production Research, 1, 39, 99-120.
- [4] Masud, A.S.M. and Dean, E.B., (1993), "Using fuzzy sets in quality function deployment", Proceeding of the 2nd Industrial Engineering Research Conference, 270-274.

[5] Khoo, L.P., and Ho, N.C.,(1996), “Framework of a fuzzy quality function deployment system”, International Journal of Production Research,34, 299-311.

[6] Zhou, M.,(1998), “Fuzzy logic and optimization models for implementing QFD”, Computers & Industrial Engineering, 35, 237-240.

[7] Han, C.H., Kim, J.K., Choi, S.H., (2004), “Prioritizing engineering characteristics in quality function deployment with incomplete information: a linear partial ordering approach”, International Journal of Production Economics, VOL.91, 235-249.

[8] اصغریور، محمد جواد؛(۱۳۸۱)، تصمیم گیری چند معیاره، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران، چاپ دوم.

[9] Hsu, H.M., and Chen, C.T.,(1997), “Fuzzy creditability relation method for multiple criteria decision making problems”, Information Science, VOL.96, 79-91.