

سامانه‌ی پشتیبان تصمیم‌گیری فازی در مرحله‌ی ارزیابی مهندسی ارزش

نادر نادرپژوه

کارشناس ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده‌ی

عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

Nader_naderpazhooh@yahoo.com

عباس افشار

استاد دانشکده‌ی عمران دانشگاه علم و صنعت ایران

سید علیرضا میرمحمدصادقی

استادیار دانشکده‌ی صنایع دانشگاه امام حسین(ع)

چکیده

در این مقاله یک سامانه‌ی پشتیبان تصمیم‌گیری ترکیبی فازی که برای تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت طراحی گشته، به منظور بکارگیری در مرحله‌ی ارزیابی در مهندسی ارزش پیشنهاد گردیده است. این روش تصمیم‌گیری چند معیاره، در شرایطی توصیه شده است که اهداف در تضاد بوده و اطلاعات کامل، قطعی و دقیقی در مورد گزینه‌ها در دسترس نمی‌باشد. به عنوان نمونه می‌توان به معیارهای هزینه و کیفیت در مهندسی ارزش اشاره نمود. بدین ترتیب با بکارگیری این روش در مهندسی ارزش و با در نظر گرفتن این نکته که مهندسی ارزش اغلب در مراحل ابتدایی پروژه که اطلاعات دقیق و قطعی نمی‌باشد، بکار گرفته می‌شود؛ شرایط تصمیم‌گیری بیش از پیش به واقعیت نزدیک گشته و ضمن ایجاد سهولت در اتخاذ تصمیم، دقت تصمیم‌گیری بیشتر می‌گردد. علاوه بر این، مدل پیشنهادی برخلاف پیچیدگی ظاهری، بسیار کارا و ساده بوده و با اصل سهولت مورد نظر در مهندسی ارزش در تضاد نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش - نظریه‌ی مجموعه‌های فازی - فاز ارزیابی - تصمیم‌گیری چندمعیاره - عدم قطعیت

۱- مقدمه:

فرآیند مهندسی ارزش، روشی است سازماندهی شده بر پایه تحلیل کارکردهای یک فعالیت که با دیدی خلاق، پویا و جامع در جهت بهینه سازی کارکردهای یک فعالیت حرکت می کند. ساختار این روش بر پایه تکنیکهایی گام به گام و مرحله به مرحله برای شناسایی قسمتهایی با کارایی کم و حذف هزینه های غیر ضروری و بطور کلی افزایش ارزش کارکردها استوار می باشد. برنامه کاری^۱ مهندسی ارزش رویه ای سیستماتیک و چهارچوبی برای به انجام رساندن وظایف تعیین شده در مهندسی ارزش می باشد [۱]. نکات برجسته این برنامه کاری که باعث تمایز بین این روش و دیگر تکنیکها می شود، شامل «تحلیل کارکردها، بکارگیری خلاقیت برای توسعه گزینه های مختلف و اصل بهبود کیفیت مطابق بانایزهای مشتری» می باشد [۲]. به منظور بهبود تصمیم گیری افراد درگیر در کارگاه مهندسی ارزش این مراحل را می توان در پنج مرحله بصورت زیر نشان داد [۱ و ۳]:

(۱) فاز اطلاعات^۲: جمع آوری اطلاعات مربوطه، مشخص نمودن کارکردها و انتخاب قسمتهای دارای ارزش پایینتر برای مطالعات

بیشتر



- (۲) فاز خلاقیت^۱: تولید و ارایه ایده‌ها به عنوان گزینه‌هایی برای به انجام رساندن کارکردهای مربوطه
 - (۳) فاز بررسی^۲: حذف ایده‌های مرتبط و سپس ارزیابی ایده‌های باقیمانده
 - (۴) فاز توسعه^۳: توسعه ایده‌های برتر و انتخاب برترین ایده
 - (۵) فاز ارائه^۴: ارائه پیشنهاد مهندسی ارزش در شکلی تخصصی به نحوی که بیشترین تأثیرگذاری را داشته باشد
- ارزیابی گزینه‌های پیشنهاد شده در فاز خلاقیت و پیشنهاد گزینه‌های بهتر (و در انتها انتخاب بهترین گزینه قابل اجرا در فاز توسعه) را می‌توان از مهمترین اهداف فاز ارزیابی^۵ در مهندسی ارزش برشمرد.
- با تقسیم فرآیند طراحی هر محصول به چهار مرحله اصلی شناختن، مشخصات کلی محصول، طراحی مفهومی، طراحی تجسمی و طراحی تفصیلی (طراحی اجزاء) و با توجه به اینکه مهمترین فعالیت در طراحی مفهومی، ایجاد روشهای مختلف، ارزیابی و انتخاب بهترین گزینه برای طراحی می‌باشد، می‌توان انتخاب را یکی از مسائل مهم طراحی دانست و از آنجا که معیارهای گوناگونی برای این انتخابها مطرح می‌باشد، تصمیم‌گیریهای چند معیاره را می‌توان یکی از فرآیندهای مهم در طراحیها، انتخابها و تصمیم‌گیریها برشمرد. به همین جهت محققین رشته‌های مختلف توجهی دوچندان نسبت به گونه‌های مختلف مدل‌های تصمیم‌گیریهای چندمعیاره (MCDM) معطوف داشته اند [۴]. در اینگونه مدل‌ها به جای استفاده از یک معیار برای سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. این گونه مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته عمده که هر دو دسته بر تصمیم‌گیری با تعدادی معیار تمرکز دارند تقسیم می‌شوند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه^۶ یا (MODM) و مدل‌های چند شاخصه تصمیم‌گیری^۷ یا (MADM). عمده تفاوت این دو دسته در این است که اولی (MODM) بیشتر بر محیط‌های تصمیم‌گیری پیوسته تمرکز داشته (مخصوصاً برنامه‌ریزیهای ریاضی با تابع هدفهای متعدد) و دومی (MADM) بیشتر بر محیط‌هایی با فضاهای تصمیم‌گیری گسسته متمرکز می‌باشد (هر چند در مواردی مانند برنامه‌ریزیهای صفر و یکی^۸ با اهداف چندگانه نیز از (MODM) استفاده می‌شود). به عبارت دیگر می‌توان گفت مدل‌های چند هدفه بیشتر به منظور طراحی بکارگرفته می‌شوند در حالیکه مدل‌های چند شاخصه اغلب به منظور انتخاب گزینه برتر بکار گرفته می‌شوند [۵].
- بدلیل اهمیتی که برای تصمیم‌گیریهای چند معیاره برشمردیم توجهی چشمگیر به بکارگیری این مدل‌ها در امور مختلف از جمله مهندسی ارزش معطوف گشته و روشهای گوناگونی برای اینگونه تصمیم‌گیریها ارائه گردیده است، که تعدادی از آنها نیز در مهندسی ارزش بکار گرفته شده است مانند روش AHP که توسط آقای محمد دهیم حسین در رساله دکترای شان [۶] بکار گرفته شده است. ولی با توجه به اینکه مهندسی ارزش در مراحل اولیه طراحی انجام می‌پذیرد، ارزیابی دقیق بسیاری از معیارها مشکل است و نمی‌توان گزینه‌های مختلف را در مقابل هرمعیار ارزیابی کرد. روشی که در این قبیل مسائل می‌تواند راهگشای مشکل باشد نظریه مجموعه‌های فازی است. بدلیل اینکه با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی دقت عددی داده‌های ورودی مورد نیاز نمی‌باشد، این روش کمک شایانی به گروه مهندسی ارزش در جهت انجام ارزیابی دقیق در این مقطع خواهد بود. ارزش این روش بخصوص در مواردی که ارزیابی معیارها وابسته به طرز تفکر اشخاص باشد^۹، بیشتر تجلی پیدا خواهد کرد. با توجه به اینکه انتخاب گزینه برتر از میان ایده‌های ارائه شده با در نظر گرفتن معیارهای گوناگون فنی و مالی و زمان اجراء هر ایده صورت می‌پذیرد، ارزیابی ایده‌های ارائه شده یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد و با توجه به اینکه مهندسی ارزش اغلب در مراحل اولیه طراحی^{۱۰} یا اجراء صورت می‌پذیرد و در این مراحل هنوز بسیاری از عوامل بصورت تقریبی هستند، در بررسی و ارزیابی به منظور انتخاب گزینه‌های برتر با عدم قطعیت روبرو هستیم. برای آنالیز این عدم قطعیت می‌توان روشهای مختلفی را بکار گرفت مانند: استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو^{۱۱} برای توسعه توزیع احتمالات در نتایج ارزیابی، استفاده از متغیرهای آماری (مانند میانگین یا انحراف معیار) برای بدست آوردن میانگین و انحراف معیار نتایج ارزیابی یا بکارگیری فواصل (حدود) برای متغیرها به منظور تخمین محدوده

- 1- Speculative Phase
- 2- Analytical Phase
- 3 Development Phase
- 4 Presentation Phase
- 5- Evaluation Phase
- 6- Multi Objective Decision Making
- 7- Multi Alternative Decision Making
- 8- Integer
- 9- Subjective Assessment
- 10- Feasibility Phase
- 11- Monte Carlo



محتمل داده ها. بدلیل اینکه بسیاری از متغیرهای ورودی ما مبنای آماری ندارند روشهای اول و دوم که روشهای معمول آماری هستند روشهای مناسبی نیستند. همچنین تحلیل بازه ها انتخاب گزینه برتر را در مواردیکه گزینه ها همپوشانی داشته باشند مشکل می نماید. به این ترتیب در این مطالعه نظریه مجموعه های فازی برای توصیف عدم قطعیت در ارزیابی گزینه ها و نتایج آنها به کار گرفته شده و پیشنهاد شده است.

۲- مفهوم نظریه مجموعه های فازی:

هسته مرکزی نظریه مجموعه های فازی پیشنهاد شده توسط آقای زاده تابع عضویت می باشد که نشاندهنده درجه عددی تعلق هر عضو به مجموعه می باشد (رابطه ۱). بنابراین نظریه فازی موقعیتهایی را در بر می گیرد که عضویت در یک مجموعه را نمی توان فقط با «بله» یا «خیر» توصیف کرد. در مجموعه های کلاسیک درجه عضویت یک عضو دو مقدار دارد «یک» یا «صفر» یعنی اگر مجموعه S را با اعضاء x_i فرض کنیم، برای نشان دادن عضویت x_i به مجموعه داریم:

$$x_i \in S$$

حال اگر بخواهیم از مفهوم دیگری به نام تابع عضویت $\mu_s(x)$ استفاده کنیم داریم:

$$(1) \quad \begin{cases} \mu_s(x_i) = 1 \longrightarrow x_i \in S \\ \mu_s(x_i) = 0 \longrightarrow x_i \notin S \end{cases}$$

بدین ترتیب تفاوت بین اعضاء ومقادیر غیرعضو (خارج از مجموعه) بسیار روشن و واضح است. این در حالی است که در بسیاری از مجموعه ها مانند مجموعه های مصالح با کیفیت، روشهای اجرائی کم هزینه، طراحی های مناسب و نمی توان بصورت قطعی عضویت در مجموعه را بیان کرد (زیرا حدود مجموعه مشخص نمی باشند) به همین دلیل در اینگونه مسائل از مجموعه های فازی استفاده می نمائیم [۷]. در اینگونه از مسائل تابع عضویت $\mu_s(x)$ را می توان مانند زیر نشان داد:

$$\mu_s(x) = 0 \longrightarrow n \notin S$$

$$n_i \text{ کمی در عضویت } S \text{ است} \longrightarrow \text{ارزش } \mu_s(x) \text{ به صفر نزدیک است.}$$

$$n_i \text{ تا حدودی عضو } S \text{ است} \longrightarrow \text{ارزش } \mu_s(x) \text{ نه زیاد به صفر و نه زیاد به یک نزدیک است}$$

$$n_i \text{ قویاً عضو } S \text{ است} \longrightarrow \text{ارزش } \mu_s(x) \text{ به یک نزدیک است.}$$

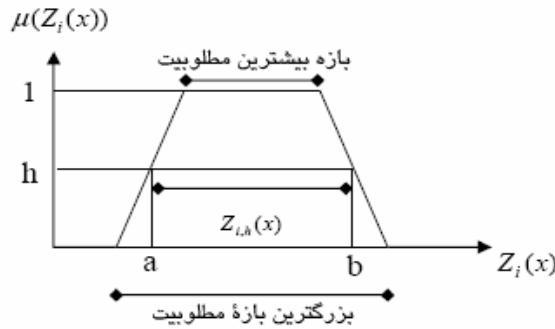
$$\mu_s(x) = 1 \longrightarrow x_i \in S$$

همانطور که گفته شد بدلیل اینکه گذار از اعضاء به مقادیر غیر عضو قطعی نبوده و تدریجی است و با هدف کاهش پیچیدگی، نظریه مجموعه های فازی ابهامی را در حدود مجموعه مطرح می کند تا تقسیم اعضا و غیر اعضا بوسیله یک حد مشخص و قطعی صورت نپذیرد و نیازی به تعیین این محدوده قطعی نباشد [۵].

فرض می کنیم مقدار $Z_i(x)$ یکی از مقادیری است که به ایده i ام تعلق گرفته است (این عدد فازی است و برای بررسی ایده پیشنهادی این امتیاز درمقابل معیار i ام قرار می گیرد) و فرض می کنیم تابع عضویت آن $\mu[Z_i(n)]$ باشد. تابع عضویت این مقدار دوزنقه ای مانند نمودار (۱) بوده که در مواردی این دوزنقه به مثلث تبدیل می گردد.

درجه عضویت برای یک میزان (نامطمئن) براساس «قضاوت افراد خبره» بر پایه مشاهده و تجربه محاسبه می گردد. همانطور که در نمودار (۱) ملاحظه می گردد $Z_{i,h}(x)$ بازه ای است که در آن درجه عضویت همه اعضاء بالاتر از h می باشد. این بازه که بر مبنای سطح باور h ایجاد شده، زیر مجموعه ای از مجموعه فازی مورد نظر ما می باشد. یکی از این بازه ها که $Z_{i,1}(x)$ می باشد بازه بیشترین مطلوبیت است که در آن بازه درجه عضویت برابر ۱ می باشد. بازه $Z_{i,0}(x)$ هم بزرگترین بازه مطلوبیت می باشد و در صورتیکه هر کدام از $Z_i(x)$ ها از این بازه بیرون باشد درجه عضویت آن برابر صفر است.





نمودار (۱): تابع عضویت

۳- تحلیل داده ها با در نظر گرفتن مقادیر فازی:

همانطور که اشاره شد هدف ما ارزیابی ایده های ارائه شده در کارگاه مهندسی ارزش با استفاده از نظریه فازی می باشد و بنابراین هر فرد امتیازی را برای هر کدام از ایده های ارائه شده در برابر هر معیار در نظر می گیرد. بطور کلی می توان روش رتبه بندی پیشنهاد شده را به دو قسمت عمده تقسیم کرد. در ابتدا با توجه به وزن هر معیار و مقداری که ایده مورد نظر در برابر آن معیار دریافت کرده، امتیازات مربوط به هر ایده جمع بندی شده و به یک امتیاز تبدیل می شوند. سپس با تبدیل شدن مسئله به یک مسئله یک معیاری، رتبه بندی ایده ها صورت می پذیرد. بنابراین دو مرحله کار به این شرح می باشند:

(۱) جمع بندی امتیازات هر ایده و ارائه آنها با یک مقدار^۱

(۲) رتبه بندی ایده ها با توجه به مقدار بدست آمده از مرحله قبل^۲

این روش همانگونه که گفته شد روش مناسبی برای استفاده در مواردی است که اهداف ناسازگار بوده، درجه اهمیتی نامساوی داشته باشند (وزن دهی)، جهت امتیازدهی برای هر معیار متفاوت باشد و مقدار ارائه شده برای هر ایده در مقابل معیارها نامطمئن باشد. پس از رتبه بندی ایده ها با در نظر گرفتن همه معیارها و با به انجام رساندن این دو مرحله برای معیار هزینه به تنهایی و ارائه شاخصها برای این معیار، می توان براحتی فاز توسعه^۳ را با مقایسه و سبک و سنگین کردن^۴ شاخص ارائه شده برای معیارهای دیگر و شاخص ارائه شده برای هزینه پیاده کرد.

به دلیل اینکه می خواهیم معیارهایی با خصوصیات مختلف را با یکدیگر جمع کرده و نظر نهایی را با توجه به تمامی معیارها (که خصوصیات مختلفی مثل واحدهای اندازه گیری متفاوت دارند) ارائه کنیم می بایست $Z_{i,h}(x)$ (که همانطور که اشاره شد امتیاز ایده در مقابل معیار می باشد) را برای هر معیار به نمایه ای تبدیل کنیم، زیرا مقایسه مستقیم معیارهایی که دارای خصوصیات (و بنابراین مقدار) متفاوت هستند مشکل می باشد. با در نظر گرفتن مقادیر $(BES Z_i)$ و $(WOR Z_i)$ به عنوان بهترین و بدترین میزان برای $Z_{i,h}(x)$ نمایه $S_{i,h}(x)$ را می توان بصورت زیر محاسبه کرد:

• اگر $BES Z_i > WOR Z_i$ آنگاه:

(۲)

$$S_{i,h}(x) = \begin{cases} 1 & Z_{i,h}(x) \geq BESZ_i \\ \frac{(Z_{i,h}(x) - WORZ_i)}{(BESZ_i - WORZ_i)} & WORZ_i < Z_{i,h}(x) < BESZ_i \\ 0 & Z_{i,h}(x) \leq WORZ_i \end{cases}$$

• اگر $BES Z_i < WOR Z_i$ آنگاه:

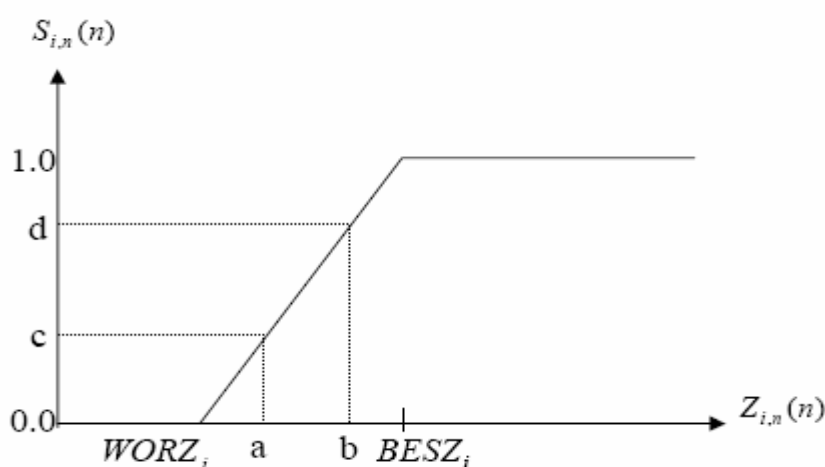
- 1- Aggregating
- 2- Ranking
- 3- Development Phase
- 4- Trade-Off



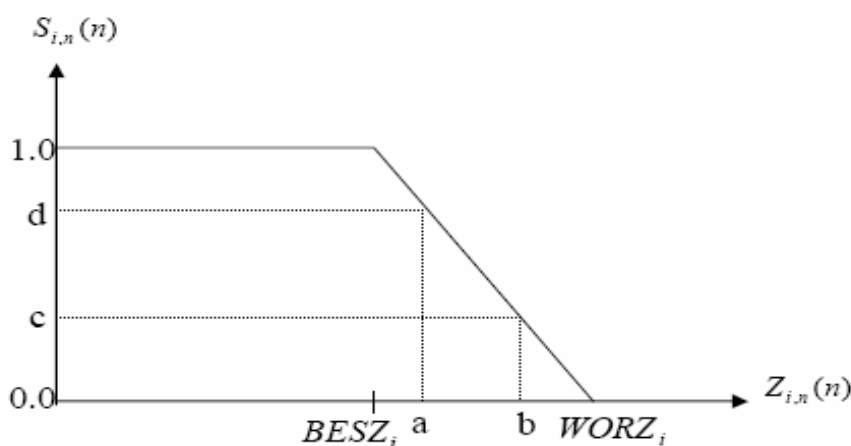
(۳)

$$S_{i,h}(x) = \begin{cases} 1 & Z_{i,h}(x) \leq BESZ_i \\ \frac{(Z_{i,h}(x) - WORZ_i)}{(BESZ_i - WORZ_i)} & BESZ_i < Z_{i,h}(x) < WORZ_i \\ 0 & Z_{i,h}(x) \geq WORZ_i \end{cases}$$

بدین ترتیب تابع $Z_{i,h}(x)$ به نمایه $S_{i,h}(x)$ تبدیل می شود و شکل آن از حالت دوزنقه ای، به حالت نشان داده شده در نمودارهای (۲) و (۳) تبدیل می شود. دو حالت در نظر گرفته شده در بالا بدلیل جهت های مختلف امتیازدهی در معیارهای مختلف می باشند. بعنوان مثال برای معیار هزینه هرچقدر مقدار بیشتر باشد به سمت عدم مطلوبیت پیش می رویم ولی برای معیار دیگری مثل دوام عکس این قضیه صادق است. با بکارگیری این دو حالت جهت معیارها تأثیری در محاسبات نخواهد گذاشت. بنابراین با توجه به خصوصیت هر معیار یکی از دو حالت پیشنهاد شده انتخاب می گردد.



نمودار (۲): تابع نمایه در حالتی که $BESZ_i > WORZ_i$



نمودار (۳): تابع نمایه در حالتی که $BESZ_i < WORZ_i$



برای جمع بندی امتیاز تمام معیارها و ارائه مقدراری برای هر ایده با در نظر گرفتن امتیازی که برای هر ایده در مقابل هر کدام از معیارها در نظر گرفته شده، از فرمول زیر استفاده می شود :

(۴)

$$I_h(x) = \left\{ \sum_{i=1}^n W_i (S_{i,h}(x)) P \right\}^{\frac{1}{p}}$$

n = تعداد معیارها

$S_{i,h} = h$ نمایه معیار i ام با سطح باور h

w_i = وزن هر معیار ($\sum w_i = 1$)

P = فاکتور متعادل کننده

$I_h(x)$ = نمایه نهائی ارائه شده برای هر ایده

برای وزن دهی هر معیار می بایست ضریب وزنی معیارها را به منظور مقایسه اهمیت آنها در مقابل یکدیگر محاسبه نمود. برای این منظور می توان روشهایی مانند AHP را به کار گرفت. فاکتور متعادل کننده P ($P \geq 1$) به گروهی از معیارها تعلق می گیرد تا اهمیت انحراف از مقدار مطلوب را بیان کند. اهمیت وابسته به حداکثر انحرافها به معنی بیشترین اختلاف بین مقدار نمایه و بهترین مقداری است که به معیار تعلق می گیرد. به عبارت دیگر می توان گفت این فاکتور تأثیر انحرافات و اختلافها را مشخص می کند. بدین ترتیب اگر $P = 1$ باشد همه اختلافات بصورت یکسان و برابر وزن می گیرند و در صورتیکه $P = 2$ باشد هر انحرافی به نسبت بزرگی خود اهمیت می یابد. بنابراین هر چه P بزرگتر می شود اهمیت انحرافها بیشتر و بیشتر می شود. بطور کلی $P \geq 3$ برای محدود کردن معیارها تعیین می گردد یعنی معیارهایی که در آنها خروجیهای نامطلوب ممکن است ایده پیشنهاد شده را خدشه دار نماید [۹و۸].

نکته ای که درباره این روش می توان گفت این است که در صورتیکه معیارها به خودی خود نیز به چند عامل دیگر بستگی داشته باشند، می توان با محاسبه نمایه- طبق فرمول ارائه شده برای نمایه نهایی - این کار را در سطح پائینتری برای معیارها انجام داده، سپس با استفاده از روش گفته شده نمایه نهائی را برای ایده محاسبه نمود. به عبارت دیگر می توان مسئله را سطح بندی کرده و سپس همین روال را از سطح پائینتر دنبال کنیم تا در نهایت نمایه نهایی برای ایده مورد نظر محاسبه گردد. بدین ترتیب مسئله قابلیت گسترش در سطوح مختلف تصمیم گیری را خواهد داشت.

۴- آماده سازی گزینه های مختلف ایده ها برای رتبه بندی:

پس از بدست آوردن مقدار نمایه نهایی برای هر ایده با در نظر گرفتن این نمایه به عنوان عددی فازی که متعلق به یک مجموعه فازی است تابع عضویت آن تعیین می شود. فرض کنید $I(x)$ ، عضوی از یک مجموعه فازی است که امتیاز نهائی ایده را (برای ایده X) مشخص می کند. با محاسبه $I_{h=0}(x)$ (در سطح باور صفر) و $I_{h=1}(x)$ (در سطح باور یک) می توان تابع عضویت $\mu[I_i(n)]$ را که یک تابع تکه ای خطی^۱ می باشد، بصورت تقریبی محاسبه کرد.

(۵)

$$\mu[I(x)] = \begin{cases} 1 & r_{\min} \leq I(x) \leq r_{\max} \\ \frac{I(x) - R_{\min}}{r_{\min} - R_{\min}} & R_{\min} \leq I(x) < r_{\min} \\ \frac{I(x) - R_{\max}}{r_{\max} - R_{\max}} & r_{\max} < I(x) \leq R_{\max} \\ 0 & \end{cases}$$



کمترین مقدار $I_{h=1}(x)$ برای اندیس نهائی $r_{\min}$

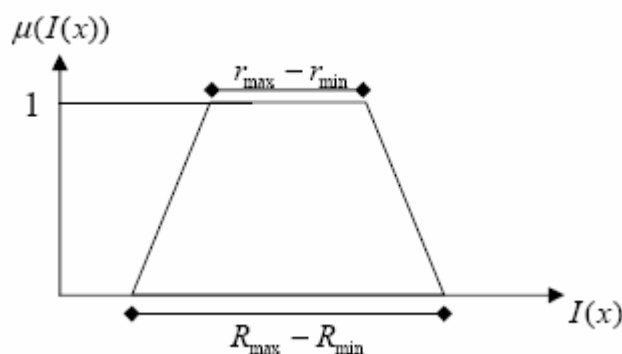
بیشترین مقدار $I_{h=1}(x)$ برای اندیس نهائی $r_{\max}$

کمترین مقدار $I_{h=0}(x)$ برای اندیس نهائی $R_{\min}$

بیشترین مقدار $I_{h=0}(x)$ برای اندیس نهائی $R_{\max}$

همانطور که در روابط قبلی مشخص می باشد $I_{h=0}(x)$ از $Z_{i,h=0}(x)$ بدست آمده و $I_{h=1}(x)$ از $Z_{i,h=1}(x)$ حاصل می گردد. در صورتیکه n ایده برای رتبه بندی وجود داشته باشد، n مجموعه فازی بصورت نمودار (۴) حاصل خواهد شد، که توابع عضویت آنها از رابطه (۵) بدست می آیند.

$$[I_{(n)} | n=1,2,\dots,n]$$



نمودار (۴) : مجموعه فازی امتیازات هر ایده

۵- رتبه بندی ایده ها:

برای رتبه بندی این n مجموعه فازی، می توان از روشهای گوناگونی که برای رتبه بندی اعداد فازی پیشنهاد شده است استفاده نمود. طبق نظر آقایان چن و هوانگ^۱ این روشها در چهار گروه مختلف دسته بندی می شوند [۱۰]:

- (۱) برای گروه اول نسبت تقدم^۲ بکار گرفته می شود. این تکنیکها درجه بهینگی، برش α و توابع مقایسه را در بر می گیرند.
 - (۲) استفاده از میانگین فازی وبسط آن که توزیعات احتمالی را بکار می گیرند.
 - (۳) امتیاز دهی فازی برای مقایسه که تکنیکهایی مانند گزاره های بهینه، امتیازات چپ و راست نمایه مرکز ثقل، اندازه گیری مساحت و مجموعه های کمینه و پیشینه را بکار می گیرند.
 - (۴) اصطلاحات زبانشناسی و بکارگیری واژه ها مهمترین ابزار در گروه چهارم می باشند.
- روشی که در این مقاله برای رتبه بندی ایده ها که امتیاز آنها بصورت یک عدد فازی مطرح شده در نظر گرفته شده، روشی است که توسط آقای چن [۹و۸] توسعه یافته است. در این روش برای رتبه بندی اعداد فازی از مجموعه های پیشینه ساز و کمینه ساز^۳ استفاده می شود.

مجموعه پیشینه M که زیر مجموعه ای فازی می باشد، دارای تابع عضویت μ_M است که بصورت زیر تعریف شده است:

(۶)

$$\mu_M(I) = \begin{cases} (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min}) & I_{\min} \leq I \leq I_{\max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

1- Chen & Hwang
2- Relation Preference
3- Minimizing & Maximizing Sets



$$I_{\min} = \min(\min I_{h=0}(x)) \quad \text{در حالیکه } x = 1, \dots, n$$

$$I_{\max} = \max(\max I_{h=0}(x)) \quad \text{در حالیکه } x = 1, \dots, n$$

در این صورت مقدار مطلوبیت سمت راست $U_R(x)$ برای گزینه x ام بصورت زیر تعریف می شود:

$$U_R(x) = \max(\min(\mu_M(I(x)), \mu(I(x)))) \quad (7)$$

و مجموعه کمینه G را که زیر مجموعه ای فازی با تابع عضویت μ_G می باشد بصورت زیر تعریف می شود:

$$\mu_G(I) = \begin{cases} (I - I_{\max}) / (I_{\min} - I_{\max}) & I_{\min} \leq I \leq I_{\max} \\ 0 & \text{وگرنه} \end{cases} \quad (8)$$

و مقدار مطلوبیت سمت چپ $U_L(x)$ را برای گزینه x بصورت زیر تعریف می شود:

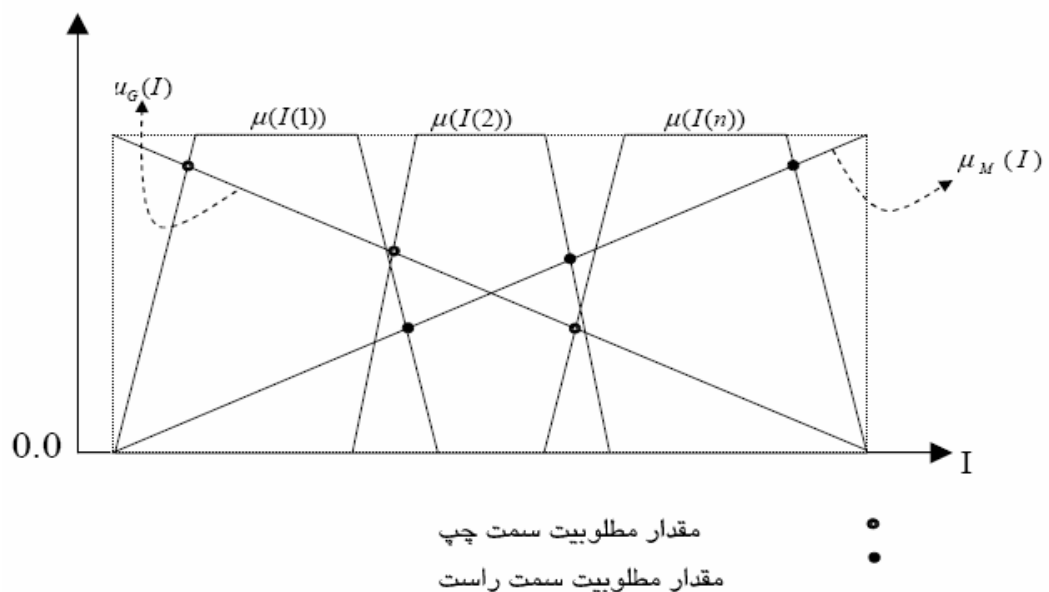
$$U_L(x) = \max(\min(\mu_G(I), \mu(I(x)))) \quad (9)$$

بدین ترتیب مطلوبیت کلی برای گزینه x (ایده شماره x) به صورت رابطه (۱۰) قابل تعریف است:

$$U_{(x)} = \frac{(U_R(x) + 1 - U_L(x))}{2} \quad (10)$$

گزینه ای که بیشترین مقدار مطلوبیت را داشته باشد بعنوان برترین گزینه ارائه می گردد و بدین ترتیب با داشتن مقدار مطلوبیت برای تمام گزینه ها، رتبه بندی انجام می پذیرد.

مقدار عضویت



نمودار (۵): توابع امتیاز نهایی ایده ها به همراه توابع مطلوبیت



۶- نتیجه گیری:

مهندسی ارزش در مراحل ابتدایی پروژه بیشترین تاثیرگذاری و قابلیت صرفه جویی را خواهد داشت [۳]. به همین دلیل در بسیاری از موارد مهندسی ارزش در مراحل اولیه طراحی بکار گرفته می شود که در این صورت فازی بودن و غیرقطعی بودن روش پیشنهادی در این مقاله کمک شایانی برای رتبه بندی ایده ها نموده و بدلیل اینکه شرایط کاملاً واقعی در سیستم پیاده می شود، نتایج نیز به واقعیت نزدیکتر خواهند بود. ضمن اینکه بدلیل خصوصیات این روش و قابلیت بکارگیری آن در مواردی که اهداف در تضاد بوده و درجه اهمیت معیارها متفاوت است می توان این روش را انتخابی مناسب برای مهندسی ارزش دانست. با بکارگیری این روش در فاز ارزیابی مهندسی ارزش و با در نظر گرفتن معیارهای غیر اقتصادی^۱ (منظور همه معیارها به غیر از هزینه می باشد) رتبه بندی ایده ها ارائه می گردد و سپس با بکارگیری مجدد این روش تنها با در نظر گرفتن معیار هزینه^۲ فاز توسعه در مهندسی ارزش آغاز می گردد. پس از آن با تقسیم مقدار مطلوبیت نهایی بدست آمده در فاز ارزیابی به مقدار مطلوبیت نهایی بدست آمده در فاز توسعه (تنها برای معیار هزینه) رتبه بندی ایده ها به سهولت و با دقت قابل قبول انجام می پذیرد. بدین ترتیب با داشتن سه رتبه بندی، یکی براساس معیارهای غیراقتصادی، دیگری براساس معیار هزینه و در نهایت براساس نمایه ارائه شده (حاصل از تقسیم مقدار مطلوبیت غیراقتصادی به مقدار مطلوبیت معیار هزینه) و تحلیل این رتبه بندیها، گزینه برتر (ایده برتر) انتخاب می گردد.

بسیاری از مخالفان نظریه فازی دشواری تعیین دقیق درجه عضویت را از عوامل برتری دیگر روشها بر استفاده از نظریه فازی بیان می کنند و این موضوع را نقطه ضعف این نظریه می پندارند. طبق نظر پروفیسور زاده چندان مناسب نیست که تعیین درجه عضویت را مسئله ای مهم و واجب در نظریه فازی پنداریم. بنابراین پرداختن به این موضوع (تعیین دقیق درجه عضویت هر عضو) خارج از روح نظریه فازی بوده و نمی توان مشکل بودن تعیین دقیق درجه عضویت را بهانه ای برای استفاده نکردن از این روش قرار داد [۱۱]. بدین ترتیب به نظر می رسد که استفاده از منطق فازی به منظور تحلیل عدم قطعیت موجود در فاز ارزیابی و بررسی ایده ها بسیار مفید باشد. دلیل عمده این مسئله ابهاماتی است که هنوز در مورد ایده های پیشنهادی وجود دارند و ما را از رسیدن به تصمیم قطعی در مورد انتخاب آنها باز می دارند. ضمن اینکه به دلیل خصوصیت این روش در تحلیل عدم قطعیت، برخلاف نظر سطحی که این روش را پیچیده می انگارد، این روش باعث ساده سازی بکارگیری مهندسی ارزش به دلیل ساده سازی در ارزیابی و ارزش گذاری ایده ها می گردد.

مراجع:

- [1] Martyn R. Philips, "Manual for 40-Hour; Module-I; Value Analysis Training Workshop", Value Management International, 2003
- [۲] محمد سعید جبل عاملی و سید علیرضا میر محمد صادقی، «روش بکارگیری مهندسی ارزش»، انتشارات فرات، ۱۳۸۰
- [3] Alphonse J. Dell'Isola, "Value Engineering in the Construction Industry", third edition, Smith Hinchman & Grylls, 1988
- [4] Juite (Ray) Wang, "Ranking Engineering Design Concepts Using a Fuzzy Outranking Preference Model", Fuzzy Sets and Systems; 119; 161-170, 2001
- [5] Hans-Jurgen Zimmermann, "Fuzzy Set Theory and it's Application", fourth edition, Kluwer Academic Pub., 2001
- [6] Mohammad A. Dahim Hussain, "Value Engineering Expert System in Suburban Highway Design (VESSHSD)", PhD Thesis, University of Pittsburgh, 2001
- [7] Constantin Von Altrock, "Fuzzy Logic and Neuro Fuzzy Applications Explained", Prentice Hall, 1996
- [8] James H. Paek; Yong W. Lee & Thomas R. Napier, "Selection of Design Build Proposal Using Fuzzy-Logic System", J. Constr. Engrg. and Mgmt.; ASCE; 118(2); 303-317, 1991
- [9] Yong W. Lee; Istvan Bogardi & John Stansbury, "Fuzzy Decision Making in Dredged-Material Management", J. Envir. Engrg.; ASCE; 117(5); 614-630, 1991

1- Non Economic Criteria
2- Cost

- [10] Mohammad Modarres & Soheil Sadi-Nezhad, "Ranking Fuzzy Numbers by Preference Ratio", Fuzzy Sets and Systems; 118; 429-436, 2001
- [11] Stephan R Watson et al., "Fuzzy Decision Analysis", IEEE Transactions on Systems, MAN and Cybernetics, Vol. SMC-9, No.1, January 1979

