سومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش
۶آذرماه ۱۳۸۷

کاربرد MADMها در مهندسی‌ارزش

سینا روزبهانی[۱] - علیرضا قبادی[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، جهاد دانشگاهی یزد SinaRoozbahani@yahoo.com
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، جهاد دانشگاهی یزد Ghobadi_1061@yahoo.com

چکیده:

مهندسی‌ارزش برمبنای تحلیل کارکردهای یک سیستم با دیدی خلاق، پویا و جامع در جهت بهینه‌سازی کارکردهای آن سیستم حرکت می‌کند. هر محصولی دارای اجزایی است که هر یک برای هدف یا اهداف خاصی درنظر گرفته شده‌اند. در مهندسی‌ارزش به این اهداف در اصطلاح کارکرد گفته می‌شود. هدف از انجام مطالعات مهندسی‌ارزش، دستیابی به کارکردهای مدنظر و مطلوب با صرف کمترین منابع و کمترین هزینه‌های ممکن می‌باشد. ساختار این روش بر پایه حرکت گام به گام و مرحله به مرحله در راستای شناسایی اجزاء با کارایی کم و حذف هزینه‌های غیرضروری و به‌طور کلی افزایش ارزش کارکردهای سیستم استوار می‌باشد. کمترین هزینه موردنیاز جهت انجام شدن هر کارکرد را بهای آن کارکرد و میزان هزینه صرف شده جهت بوجود آمدن کارکرد را هزینه کارکرد گویند که بخشی از هزینه کل صرف شده برای هر سیستم و محصول می‌باشد. نسبت بهای کارکرد به هزینه کارکرد را شاخص ارزش کارکرد می‌نامند. آنچه که در مهندسی‌ارزش از اهمیت بالایی برخوردار است رتبه‌بندی کارکردها بر مبنای محاسبه‌ی شاخص ارزش برای هر یک از آنها، و در نهایت تشخیص کارکردهایی که بایستی مورد توجه اقدامات اصلاحی قرار گیرند می‌باشد. در فازهای مختلف مهندسی‌ارزش همانند آنالیز کارکرد که بحث شد به دفعات با مسائلی از نوع انتخاب مواجه هستیم. برای آنکه این انتخاب‌ها از یک فرآیند سیستماتیک برخوردار گشته و از قضاوت‌های فردی به دور باشند می‌توان از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری در این موقعیت‌ها سود برد . از جمله‌ی این تکنیک‌های نوین، MADM ها یا مدل‌های چند شاخصه هستند که به‌منظورانتخاب گزینه برتر بکار گرفته می‌شوند.

لغات کلیدی

مهندسی‌ارزش، تصمیم‌گیری، معیار، MADM، رتبه‌بندی، مجموعه‌های فازی

مقدمه:

برنامه کاری مهندسی ارزش رویه ای سیستماتیک و چهارچوبی برای به انجام رساندن وظایف تعیین شده در مهندسی ارزش می باشد .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 بانیازهای مشتری می باشد .

به منظور بهبود تصمیم گیری افراد درگیر در کارگاه مهندسی ارزش این مراحل را می توان در پنج مرحله بصورت زیر نشان داد .

۱: فاز اطلاعات : جمع آوری اطلاعات مربوطه، مشخص نمودن کارکردها و انتخاب قسمتهای دارای ارزش پایینتر برای مطالعات بیشتر

Archive of SID
www.SID.ir

۲:فاز خلاقیت: تولید و ارائه ایده ها به عنوان گزینه هایی برای به انجام رساندن کارکردهای مربوطه

۳:فاز بررسی :حذف ایده های مرتبط و سپس ارزیابی ایده های باقیمانده

۴: فاز توسعه : توسعه ایده های برتر و انتخاب برترین ایده

۵:فاز ارائه :ارائه پیشنهاد مهندسی ارزش در شکلی تخصصی به نحوی که بیشترین تأثیرگذاری را داشته باشد.

با توجه به اینکه در تمامی فازهای برنامه کاری مهندسی ارزش با مساله انتخاب روبه رو هستیم و عملا در شرایط واقعی معیارهای انتخاب متعدد هستند لذا استفاده از مدلهای تصمیم گیری چند شاخصه می تواند در پیاده سازی پروژه مهندسی ارزش مثمر ثمر باشد.

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 می باشد، می توان انتخاب را یکی از مسائل مهم طراحی دانست و از آنجا که معیارهای گوناگونی برای این انتخابها مطرح می باشد، تصمیم گیریهای چند معیاره را می توان یکی از فرآیندهای مهم در طراحیها , انتخابها و تصمیم گیریها برشمرد .به همین جهت محققین رشته های مختلف توجهی دوچندان نسبت به گونه های مختلف مدلهای تصمیم گیریهای چندمعیاره(MCDM) معطوف داشته اند .در اینگونه مدلها به جای استفاده از یک معیار برای سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می شود .این گونه مدلهای تصمیم گیری به دو دسته عمده که هر دو دسته بر تصمیم گیری با تعدادی معیار تمرکز دارند تقسیم می شوند .مدلهای تصمیم گیری چند هدفه یا(MODM) و مدلهای چند شاخصه تصمیم گیری یا (MADM).عمدهٔ تفاوت این دو دسته در این است که اولی (MODM) بیشتر بر محیطهای تصمیم گیری پیوسته تمرکز داشته (مخصوصاً برنامه ریزیهای ریاضی با تابع هدفهای متعدد) ودومی(MADM) بیشتر بر محیطهائی با فضاهای تصمیم گیری گسسته متمرکز می باشد (هر چند درمواردی مانند برنامه ریزیهای صفر و یکی با اهداف چندگانه نیز از استفاده می شود) . به عبارت دیگر می توان گفت مدلهای چند هدفه بیشتر به منظور طراحی بکارگرفته می شوند در حالیکه مدلهای چند شاخصه اغلب به منظورانتخاب گزینه برتر بکار گرفته می شوند. بدلیل اهمیتی که برای تصمیم گیریهای چند معیاره برشمردیم توجهی چشمگیر به بکارگیری این مدلها در امور مختلف از جمله مهندسی ارزش معطوف گشته و روشهای گوناگونی برای اینگونه تصمیم گیریها ارائه گردیده است ، که تعدادی از آنها مانندAHP درمهندسی ارزش بکار گرفته شده است .لکن به دلیل حیاتی بودن مساله انتخاب در فاز جمع آوری اطلاعات (انتخاب کارکردهایی که باید مورد توجه جهت بهبود واقدامات اصلاحی قرار گیرند)در این مقاله بر انتخاب ورتبه بندی کارکردها متمرکز می شویم.

دلایل استفاده از تئوری مجموعه های فازی در مهندسی ارزش:

در 30 سال اخیر در حل مسائلی که پارامترها و کمیت های آن به صورت دقیق قابل بیان نیستند و در مقدار آنها عدم اطمینان وجود دارد ازتئوری مجموعه های فازی به طورگسترده استفاده شده است.با تعریف پارامترها و کمیت های نا دقیق به صورت مجموعه های فازی سعی می شود عدم اطمینان موجود در مساله بر طرف شده و به نتایجی با اطمینان بیشتر دست یافت.

با توجه به اینکه در برآورد هزینه عملکردها از نظرات ذهنی افراد گروه مهندسی ارزش استفاده می شود شامل عدم اطمینان می باشد .شایان ذکر است که هزینه کل مجموعه و هزینه هر یک از اجزاء نیز به طور دقیق قابل محاسبه نبوده و در آنها نیز عدم اطمینان وجود دارد .برای برآورد بهای عملکردها معمولا از روش مقایسه با نمونه های خوب استفاده می شود .به این ترتیب که هزینه عملکردهای بهترین محصول رقیب به عنوان بهای عملکردهای محصول فعلی انتخاب می شوند .زیرا در واقع کمترین هزینه صرف شده دستیابی به عملکردهای مورد نظر می باشند که موفق به کسب رضایت مشتری نیز شده اند .همانطور که بیان شد در برآورد هزینه عملکردهای یک محصول عدم اطمینان وجود دارد .لذا در بهای عملکردهای محصول نیز که در واقع هزینه عملکردهای بهترین محصول رقیب می باشد نیز عدم اطمینان وجود دارد .در مواردی که نمونه های خوب موجود نمی باشند و یا

Archive of SID
www.SID.ir

در دسترس نیستند؛ بهای عملکردها با تکیه بر نظرات شخصی افراد گروه مهندسی ارزش تخمین زده می شوند کـه شـامل عـدم اطمینان می باشد .از آنجا که شاخص ارزش عملکرد از بهای عملکرد و هزینه عملکرد دارای عدم اطمینـان بوجـود مـی آیـد، در شاخص ارزش عملکردها و در نتیجه در رتبه بندی عملکردها نیز عدم اطمینان وجود خواهد داشت .بدین ترتیب در آنـالیز بهـا - هزینه-عملکرد که یکی از گامهای اساسی مهندسی ارزش درفاز جمع آوری اطلاعات می باشد، عدم اطمینان وجود دارد.

از طرفی با توجه به اینکه مهندسی ارزش درمراحل اولیه طراحی یا اجرا انجام می پذیرد، ارزیابی دقیق بسیاری از معیارها مشکل است و نمی توان گزینه های مختلف را درمقابل هرمعیار ارزیابی کرد .روشی که در این قبیل مسائل می تواند راهگشای مشکل باشد نظریهٔ مجموعه های فازی است .بدلیل اینکه با استفاده از نظریهٔ مجموعه های فازی دقت عددی داده های ورودی مورد نیاز نمی باشد، 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 ، بیشتر تجلی پیدا خواهد کرد .با توجه به اینکه انتخاب گزینهٔ برتر از میان ایده های ارائه شده با در نظر گرفتن معیارهای گوناگون فنی و مالی و زمان اجراء هر ایده صورت می پذیرد، ارزیابی ایده های ارائه شده یک مسئلهٔ تصمیم گیری چند معیاره می باشد . برای آنالیز این عدم قطعیت می توان روشهای مختلفی را بکار گرفت مانند :استفاده از شبیه سازی مونت کارلو برای توسعهٔ 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 محدودهٔ 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 گزینهٔ برتر را در مواردیکه گزینه ها همپوشانی داشته باشند مشکل می نماید .به این ترتیب در این مطالعه نظریهٔ مجموعه های فازی برای توصیف عدم قطعیت در ارزیابی گزینه ها و نتایج آنها به کار گرفته شده و پیشنهاد شده است.

تصمیم گیری گروهی:

در مهندسی ارزش با استفاده از یک تصمیم گیری گروهی ؛ بهای عملکردها و هزینه عملکردها برآورد شده و با محاسبه شاخص ارزش ، عملکردها رتبه بندی می شوند تا عملکردهایی که شاخص ارزش کوچکی دارند شناسایی شده و در نهایت تصمیمات لازم جهت انجام اقدامات اصلاحی برای کاهش هزینه این عملکردها و در واقع افزایش شاخص ارزش آنها اتخاذ می شوند. در روشهای متداول برای برآورد هزینه عملکرد ها، ابتدا محصول به بخشهای تشکیل دهنده آن تقسیم شده و عملکردهای هر یک از بخش ها تعیین می شوند .در مورد بخشهایی که فقط یک عملکرد دارند، هزینه عملکرد برابر با هزینه بخش مربوطه بوده و در مورد بخش هایی که در آنها چند عملکرد وجود دارد افراد گروه با انجام مقایسات زوجی عملکردها یک درجه اهمیت از نظرمیزان هزینه زا بودن عملکردها به آنها تخصیص می دهند .در صورتی که یک عملکرد نسبت به دیگری کم اهمیت، نسبتا با اهمیت و یا با اهمیت باشد به ترتیب اعداد۲،۱ یا 3 به درجه اهمیت عملکرد مربوطه تخصیص می یابد.با مجموع درجه های اهمیت هر عملکرد و تقسیم آن بر مجموع کل درجه های اهمیت عملکردهای موجود در بخش مربوطه، سهم هر یک ازعملکرد ها در هزینه بخش به دست آمده و هزینه عملکردها مشخص می شود .

تصمیم گیری گروهی فازی:

در تصمیم گیری گروهی از میانگین نظرات اعضای گروه استفاده می شود .در تصمیم گیری گروهی فازی ؛ نظرات اعضای گروه به صورت متغیرهای زبانی یا اعداد فازی می باشند .تصمیم گیری گروهی فازی برای مهندسی ارزش به این صورت می باشد که برای تعیین هزینه عملکرد ها ابتدا درجه اهمیت هر عملکرد در ایجاد هزینه کل تولید محصول به صورت متغیر های زبانی از اعضای گروه مهندسی ارزش اخذ شده و با استفاده از یک مقیاس تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی مثلثی، درجه اهمیت هر عملکرد از

Archive of SID
www.SID.ir

نظر هر یک از افراد گروه به صورت یک عدد فازی مثلثی به دست می آید .میانگین درجه های اهمیت هر عملکرد به عنوان درجه اهمیت عملکرد مربوطه خواهد بود .بهای هر عملکرد نیز به صورت یک مجموعه فازی مثلثی توسط هر یک از اعضای گروه تعیین شده و میانگین این اعداد فازی مثلثی ارائه شده به عنوان بهای عملکرد خواهد بود. با تقسیم عدد فازی مثلثی بهای عملکرد بر عدد فازی مثلثی هزینه عملکرد؛ عدد فازی مثلثی شاخص ارزش عملکرد به دست می آید .با استفاده از روشهای مقایسه اعداد فازی مثلثی می توان عملکردها را بر اساس شاخص ارزش فازی آنها رتبه بندی کرد . فرض کنید گروه مهندسی ارزش شامل k نفر بوده، n عملکرد وجود دارد و هزینه تولید محصول به صورت عدد فازی مثلثی $C\sim$ می باشد .

تاریخچه فازی:

از سال 1965 نظریه مجموعه های فازی با این دید شکل گرفت که تکنیک های سنتی و ریاضیات کلاسیک در برخورد با مسائل با وابستگی پیچیده بین متغیرها ناتوان بوده و وجود چنین وابستگی هایی در علوم گوناگون امری طبیعی است .مقبولیت منطق فازی را می توان به سبب بازتاب ابهام و نامعین بودن واقعیات موجود در دانش بشری دانست.

امروزه منطق فازی که روزگاری کاربرد آن به زبان ها، نظریه اتوماسیون و سیستم های یادگیری محدود می گردید در عرصه های گوناگون و عظیم بازرگانی، مدیریت، امور مالی، کنترل و ... دارای کاربردهای وسیعی گردیده است .انتشار صدها کتاب و هزاران مقاله که هر ساله در این زمینه منتشر می گردد حاکی از نقش مؤثر و مفید این مهم دارد.

تئوری مجموعه های فازی:

تئوری مجموعه های فازی که برای نخستین بار توسط پرفسور لطفی زاده ارائه شده در حل مسائلی که نمی توان پارامترها و کمیت ها را به طور دقیق تعریف نمود، مورد استفاده قرار می گیرد .در مواردی که می توان چندین مقدار برای هر پارامتر در نظر گرفت به طوری که هر مقدار دارای یک میزا ن لیاقت برای آنکه پارامتر مقدار مربوطه را اخذ کند؛ می توان یک مجموعه زوج های مرتب تعریف کرد که عناصر اول زوج های مرتب بیانگر مقادیر ممکن برای کمیت مربوطه بوده و عناصر دوم زوج های مرتب نشانگر میزان لیاقت مقادیر مربوطه می باشند که اعددی بین صفر و یک هستند .به این نوع مجموعه ها ، مجموعه های فازی گویند.

تعریف -1 فرض کنیدX یک مجموعه مرجع دلخواه باشد.مجموعهA که به صورت (1) تعریف می شود را یک مجموعه فازی می نامند

$$\tilde{A}= \{(x, \mu\ (x)) / x \in X , \mu\ (x) \in [0,1]\}$$

μرا تابع عضویت گویند که هر $x \in X$ را به یک مقداردر بازه $[0,1]$ تصویر می کند $\mu\ (x)$راد رجه عضویت x در مجموعه$\tilde{A}$ نامند بسته به اینکه X پیوسته یا گسسته باشد$\tilde{A}$ نیز پیوسته یا گسسته خواهد بود.

تعریف ۲:عدد فازی مثلثی یک مجموعه فازی پیوسته است که تابع عضویت آن به صورت زیر می باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

$$\mu(x)=\begin{cases}0 & x_{1<}a_1\\ \left(-(a_2-x)/(a_2-a_1)\right)+1 & a_1<x<a_2\\ \left(-(x-a_2)/(a_3-a_2)\right)+1 & a_2<x<a_3\\ 0 & x>a_3\end{cases}$$

اعداد فازی مثلثی به صورت سه تایی (a_1,a_2,a_3) نشان داده می شوند .هر عدد قطعی مانند m را نیز می توان به صورت (m,m,m) نشان داد.

تعریف -3 برای دو عدد فازی مثلثی $\tilde{A}=(a_1,a_2,a_3)$ و $\tilde{B}=(b_1,b_2,b_3)$ که دارای مجموعه های مرجع مثبت یکسان هستند؛ چهار رعمل اصلی جمع، تفریق، ضرب و تقسیم به ترتیب به صورت (4) ,(3), (2), و(5) می باشند.

(۲)
$$\tilde{A}+\tilde{B}=(a_1+b_1,a_2+b_2,a_3+b_3)$$
(۳)
$$\tilde{A}-\tilde{B}=(a_1-b_1,a_2-b_2,a_3-b_3)$$
(۴)
$$\tilde{A}.\tilde{B}=(a_1.b_1,a_2.b_2,a_3.b_3)$$
(۵)
$$\tilde{A}/\tilde{B}=\left(a_1/b_{31},a_2/b_2,a_3/b_1\right)$$

تعیین هزینه فازی عملکردها:

اعضای گروه مهندسی ارزش نظرات خود در مورد درجه اهمیت هر یک از عملکردها را با متغیرهای زبانی ؛ کم، متوسط، زیاد، و غیره بیان می کنند .یک مقیاس هفت سطحی متغیر زبانی برای بیان درجه اهمیت عملکردها و اعداد فازی مثلثی متناظر آنها در جدول 1 آمده است .تعداد سطوح متغیر زبانی با توجه به نوع مساله قابل افزایش یا کاهش است .با اخذ نظرات اعضای گروه در مورد درجه اهمیت عملکردها و تبدیل آنها به اعداد فازی مثلثی متناظر می توان درجه اهمیت فازی عملکردها را به صورت (6) محاسبه کرد.

(۶)

Archive of SID
www.SID.ir

$$\tilde{W}_i = \left(\sum_{j=1}^{k} \tilde{W}_{ij}\right) / k \qquad i=1,2,3,\ldots,n$$

$\tilde{W}_i$درجه اهمیت فازی عملکردi – ام بوده و $\tilde{W}_{ij}$ عدد فازی مثلثی متناظر با نظر فردj – ام گروه در مورد درجه اهمیت عملکردi –ام می باشد . با ضرب اعداد فازی مثلثی $\tilde{W}_i$ و $\tilde{C}$ می توان هزینه فازی هر عملکرد را به دست آورد .

(۷)

$$\tilde{C}_i = \tilde{W}_i \, \tilde{C} \qquad i=1,2,3,\ldots,n$$

که $\tilde{C}_i$هزینه فازی عملکرد i –ام و $\tilde{C}$هزینه فازی تولید محصول میباشد.

تعیین بهای فازی عملکردها

ساده ترین و عملی ترین روش برای تعیین بهای فازی عملکردها آن است که هر یک از اعضای گروه مهندسی ارزش، نظر خود در مورد بهای هر عملکرد را به صورت یک عدد قطعی بیان کنند تا به عنوان عدد مرکزی عدد فازی مثلثی بهای عملکرد در نظر گرفته شود و برای به دست آوردن حدود بالا و پایین عدد فازی؛ یک درصدتغییرات بالایی و پایینی در اطراف عدد مرکزی در نظر گرفته شود .به عنوان مثال اگر از نظر یکی از اعضای گروه، عدد مرکزی برابر 50 تعیین شده باشد و20 درصد تغییرات بالایی و 10درصد تغییرات پایینی در نظر گرفته شود، می توان عدد فازی 60) و 50 و (45 را به عنوان بهای عملکرد مربوطه از نظر فرد مورد نظر ارائه کرد .بهای فازی عملکردها به صورت (8)محاسبه می شوند.

جدول -1 متغیرهای زبانی و اعداد فازی متناظر

متغیر های زبانی	متناظر فازی اعداد
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)	(0.5,0.5,0.7)
Medium High (MH)	(0.5,0.7,0.9)
High (H)	**(0.7 , 0.9 , 1)**
Very High (VH)	**(0.9 , 1 , 1)**

Archive of SID
www.SID.ir

$$\tilde{F}_{i=} \left(\sum_{j=1}^{k} \tilde{F}_{ij}\right)/_{k} \qquad i=1,2,3,\ldots,n \qquad (۸)$$

که $\tilde{F}_i$بهای فازی عملکرد i -ام بوده و $\tilde{F}_{ij}$ نظر فرد j– ام گروه در مورد بهای فازی عملکرد j– ام می باشد.

محاسبه شاخص ارزش فازی عملکردها

پس از تعیین بهای فازی عملکردها و هزینه فازی عملکردها ، می توان شاخص ارزش فازی عملکردها را به صورت (9) محاسبه کرد.

(۹)

$$\tilde{V}_{i=} \tilde{F}_i/_{\tilde{C}_i} \qquad i=1,2,3,\ldots,n$$

که $\tilde{V}_i$شاخص ارزش فازی عملکرد i- ام می باشد.

رتبه بندی عملکردها

با مقایسه شاخص ارزش فازی عملکردها می توان عملکردها را رتبه بندی کرد .هر چه شاخص ارزش فازی عملکردها یک عدد فازی بزرگتری باشد، رضایت از عملکرد بیشتر می باشد .بنابراین باید اعداد فازی $\tilde{V}_i$ با هم مقایسه شوند .برای مقایسه اعداد فازی مثلثی روش های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها استفاده از ضریب مینکوسکی می باشد که برای عدد فازی مثلثی(a,b,c) به صورت (10) محاسبه می شود.

$$(a+4b+c)/_{6} \qquad (۱۰)$$

MC=

هر چه عدد قطعیMC بزرگتر باشد ، عدد فازی مثلثی مربوطه بزرگتر خواهد بود .

مثال محاسباتی

فرض کنید در یک محصول سه عملکرد A_1،A_2 و A_3مشخص شده اند و گروه مهندسی ارزش نیز شامل سه تصمیم گیرنده D_1 ، D_2 و D_3می باشد .همچنین فرض کنید نظرات اعضای گروه در مورد درجه اهمیت عملکردها و بهای عملکردها به ترتیب به صورت جداول 2 و 3 بوده و هزینه کل تولید محصول برابر 1200 واحد پولی باشد.

جدول -2 درجه اهمیت عملکردها به صورت متغیرهای زبانی

Archive of SID
www.SID.ir

درجه اهمیت عملکردها	D1	D2	D3
$\tilde{W}_1$	ML	M	M
$\tilde{W}_2$	L	M	ML
$\tilde{W}_3$	H	VH	MH

جدول -3 بهای عملکردها

بهای عملکردها	D1	D2	D3
$\tilde{F}_1$	(35,40,45)	(30,35,40)	(30,40,45)
$\tilde{F}_2$	(25,30,40)	(25,35,45)	(20,35,40)
$\tilde{F}_3$	(50,65,70)	(50,60,75)	(55,65,75)

با رجوع به جدول 1 می توان اعداد فازی متناظر با متغیرهای زبانی درجه اهمیت عملکردها در جدول 2 را به صورت جدول4 نشان داد.

جدول -4 درجه اهمیت عملکردها به صورت اعداد فازی مثلثی

Archive of SID
www.SID.ir

درجه اهمیت عملکردها	D1	D2	D3
$\tilde{W}_1$	(0.1 , 0.3 , 0.5)	(0.5 , 0.5 , 0.7)	(0.5 , 0.5 , 0.7)
$\tilde{W}_2$	(0 , 0.1 , 0.3)	(0.5 , 0.5 , 0.7)	(0.1 , 0.3 , 0.5)
$\tilde{W}_3$	(0.7 , 0.9 , 1)	(0.9 , 1 , 1)	(0.5 , 0.7 , 0.9)

با استفاده از (6) درجه اهمیت فازی عملکردها به صورت زیر محاسبه می شود؛

$\tilde{W}_1 = (0.37,0.43,0.63)$
$\tilde{W}_2 = (0.2,0.5,0.3)$
$\tilde{W}_3 = (0.7,0.87,0.97)$

هزینه فازی عملکردها با استفاده از (7) به صورت زیر به دست می آیند؛

$\tilde{C}_{1=}(444,559,882)$
$\tilde{C}_{2=}(240,390,700)$
$\tilde{C}_{3=}(840,1131,1358)$

بهای فازی عملکردها نیز با استفاده از (8) به صورت زیر محاسبه می شوند؛

$\tilde{F}_{1=}(31.7,38.3,43.3)$
$\tilde{F}_{2=}(23.3.33.3,43.7)$
$\tilde{F}_{3=}(51.7,63.3,73.3)$

برای شاخص ارزش فازی عملکردها از (9) داریم ؛

$\tilde{V}_1 = (0.036,0.069,0.098)$
$\tilde{V}_2 = (0.033,0.085,0.17)$
$\tilde{V}_3 = (0.038,0.056,0.087)$

ضریب مینکوسکی برای سه شاخص ارزش فازی A_2،A_1 و A_3 به ترتیب برابر با0.068 ,0.091و 0.058 می باشد .با مقایسه ضرایب مینکوسکی مشخص می شود که $\tilde{V}_3$ کوچکترین شاخص ارزش بوده و لذا عملکردبرای افزایش ارزش و درواقع کاهش هزینه باید در اولویت قرار گیرد.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به اینکه یکی از معایب عمده مهندسی ارزش مربوط به وجود عدم قطعیت ها در محاسبه و تعیین شاخص های ارزش و بهای عملکرد هاست وارد نمودن اصول تصمیم گیری بر مبنای تئوری فازی در فرآیندهای تصمیم گیری و ارزش گذاری مهندسی ارزش این نقیصه را برطرف نموده و اثربخشی مهندسی ارزش را از طریق نزدیک نمودن تصمیمات به واقعیت های موجود افزایش داد.

منابع

1. Martyn R. Philips, "Manual for 40-Hour; Module-I; Value Analysis Training Workshop", Value Management International, 2003.
2. Alphonse J. Dell'Isola, "Value Engineering in the Construction Industry", third edition, Smith Hinchman & Grylls, 1988.
3. Juite (Ray) Wang, "Ranking Engineering Design Concepts Using a Fuzzy Outranking Preference Model", Fuzzy Sets and Systems; 119; 161-170, 2001
4. Hans-Jurgen Zimmermann, "Fuzzy Set Theory and it's Application", fourth edition, Kluwer Academic Pub., 2001.
5. Constantin Von Altrock, "Fuzzy Logic and Neuro Fuzzy Applications Explained", Prentice Hall, 1996.
6. Nagasava S., Application of fuzzy theory to value engineering, Computers and Industrial Engineering
,VOL.33, NO.3-4, 1997, 565-568.

Archive of SID

www.SID.ir