

ارائه یک متدولوژی فازی جهت ارزیابی عملکرد تامین کنندگان در فرایند برون سپاری

مرتضی موسی خانی*^۱، امین ناییبی^۲، جواد بخشی^۳

^۱ دانشیار گروه مدیریت دولتی دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، ایران

^۲ کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، ایران

^۳ کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۳/۲۱، تاریخ تصویب: ۱۳۸۶/۲/۲۹)

چکیده

پس از پایان عصر یکپارچه سازی عمودی که در آن سازمان‌ها از ابتدا تا انتهای فعالیت‌های زنجیره تامین (از لایه تامین تا لایه توزیع و تحویل محصولات و خدمات مشتری) را تماماً خود پیاده سازی و اجرا می نمودند، اکنون عصر برون سپاری فعالیت‌های سازمانی ظهور کرده است. امروزه یکی از دغدغه‌های مدیران ارزیابی و کنترل فعالیت‌های برون سپاری شده می باشد که این امر در بسیاری از موارد با توجه به قضاوت‌ها و استدلال‌های انسانی و از همه مهمتر شرایط عدم قطعیت شاخص‌های ارزیابی، دستخوش سلايق و افکار کارشناسان قرار گرفته است که این موضوع ادامه فعالیت‌های برون سپاری را به مخاطره می اندازد. از این رو در این مقاله پس از بررسی مطالعات انجام شده در رابطه با معیارها و شاخص‌های ارزیابی عملکرد تامین کنندگان به مطالعه روش‌های ارزیابی موجود در این زمینه پرداخته و سپس یک روش کنترل فازی امتیاز ارزیابی را متناظر با عملکرد آنها ارائه می نمایم. در پایان با توجه به اهمیت موضوع ضمن انجام یک مطالعه موردی در بخش صنعت، به تجزیه و تحلیل نتایج حاصله خواهیم پرداخت.

واژه های کلیدی: عوامل ارزیابی، عوامل عملکردی، AHP، عوامل فرایندی مجموعه فازی

۱- مقدمه

مطالعات و تحقیقات زیادی درباره اهمیت روابط تأمین کننده- مشتری صورت پذیرفته است [۸] [۱۱]. در بسیاری از این مطالعات به مزایای برون سپاری و نقش آن در کاهش هزینه‌ها و توانمندسازی سازمان‌ها تأکید شده است. به عنوان مثال شرکت کرایسلر در سال ۱۹۹۷ از طریق برون سپاری ۳۲۵ میلیون دلار به سود سالیانه خود افزوده و بالغ بر ۱/۲ میلیارد دلار صرفه‌جویی نموده است [۱۱]. شرکت‌های معتبری که مجله معروف فورچن به عنوان ۵۰۰ شرکت برتر معرفی می‌کند عمدتاً بخشی (و یا کلیه) فعالیت‌های سازمانی خود را برون سپاری نموده‌اند. فعالیت‌های بخش خرید در یک سازمان که زمانی به خرید و تأمین کالا از سایر سازمان‌ها محدود می‌شد، اکنون با خرید فعالیت‌ها از سازمان‌های بیرونی، وسعت و پیچیدگی بیشتری یافته است [۱]. تمامی این موارد حاکی از اهمیت و ضرورت برون سپاری در سازمان‌ها می‌باشد. برون سپاری مزایای متعددی از قبیل شفاف‌سازی و کنترل هزینه‌ها، تسهیل فرایند مدیریت و کوچک‌سازی، دستیابی به مقیاس اقتصادی، تمرکز بر قابلیت‌های محوری و دستیابی به بهترین رویه که در مجموع می‌تواند موجب بهبود نتایج مالی و نتایج کسب و کار گردد را شامل می‌شود [۱] [۳]. با وجود مزایای مذکور، مواردی همچون کاهش نظارت و کنترل بر فعالیت واگذار شده، از دست دادن انعطاف‌پذیری، تأثیرات نامطلوب بر کارکنان را می‌توان از تبعات برون سپاری برشمرد [۳]. یکی از راه‌های کنترل بر فرایند برون سپاری، ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان است. با توجه به این که قضاوت‌ها و استدلال‌های انسانی ارزیابی عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و روش‌های موجود تمامی ابعاد یک ارزیابی مناسب را در بر نمی‌گیرد، بدین منظور این پژوهش بدنبال ارائه یک روش بهینه و مناسب جهت استفاده در تمامی سطوح ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان می‌باشد. از این رو این پژوهش بدنبال پاسخ به سؤالات زیر می‌باشد:

- الف- در رابطه با ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان چه شاخص‌هایی مدنظر می‌باشد؟
 ب- چه روش‌هایی جهت ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان وجود دارد؟ و آیا این روش‌ها تمامی ابعاد یک ارزیابی مناسب را شامل می‌شوند؟
 ج- چه روشی را می‌توان به منظور ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان به کار گرفت که بتواند خلأهای موجود را پوشش دهد؟
 با توجه به سؤالات فوق هدف اصلی این پژوهش «ارائه یک روش فازی جهت ارزیابی

عملکرد تأمین کنندگان در فرایند برون سپاری» می باشد.

۲- ادبیات موضوعی پژوهش

برون سپاری (Outsourcing) را می توان طراحی فعالیت ها بوسیله ارکان ثالث (مجلات تجاری)، قرارداد بستن کارا و سیستماتیک با سازمان های بیرونی برای خرید فعالیت و یا درجه پایینی از یکپارچه سازی عمودی در یک زنجیره تأمین تعریف نمود [۱] [۱۵]. تعاریف متعددی از مراحل فرایند برون سپاری در مطالعات مختلف بیان شده است [۱] [۹] [۱۰] [۱۲]. بطور کلی مراحل برون سپاری را می توان شامل: تعیین واحد تصمیم گیرنده مناسب، تعیین فعالیت های قابل برون سپاری، انتخاب پیمانکار، تنظیم قرارداد برون سپاری، مدیریت و کنترل فرایند و در نهایت تصمیم گیری درباره خاتمه روابط برون سپاری دانست [۱]. یکی از مهمترین مراحل برون سپاری مدیریت و کنترل فرایند برون سپاری می باشد که می توان با توجه به عملکرد تأمین کننده در رابطه با ادامه یا خاتمه کار، تصمیمات مقتضی را اتخاذ نمود. با توجه به مطالعات انجام شده جهت ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان ابتدا لازم است معیارها و شاخص های مورد نیاز تعیین و سپس روش مناسبی انتخاب گردد.

۲-۱ شاخص های عملکرد

مطالعات متعددی در خصوص طراحی و تعیین شاخص های ارزیابی عملکرد صورت پذیرفته است. مهمترین بحث در رابطه با شاخص های ارزیابی عملکرد، متناسب بودن شاخص ها با اهداف سازمانی، همسویی با استراتژی های سازمان، اعتبار در طول زمان، امکان بازخورد سریع و دقیق می باشد [۴].

آقای گاروین در مطالعات خود در سال ۱۹۹۳ به تفصیل شاخص های عملکرد را ارائه نموده است. در این مطالعات ۵ معیار پیشنهاد گردیده است که عبارتند از کیفیت، هزینه، تحویل به موقع، خدمات و انعطاف پذیری [۴].

۱- کیفیت: که شامل شاخص های عملکرد، اعتبار، دوام، قابلیت سرویس دهی، ویژگی ها، تطابق، ظاهر و کیفیت دریافتی می باشد.

۲- هزینه: که دربرگیرنده شاخص های هزینه اولیه، هزینه بهره برداری و هزینه تعمیرات است.

۳- تحویل به موقع: از شاخص هایی همچون دقت، کفایت، قابلیت اعتماد، در دسترس بودن، سرعت، دسترسی به اطلاعات، کیفیت، سهولت سفارش دهی، انعطاف پذیری در سفارش دهی، انعطاف پذیری در حمل و نقل و سهولت در برگشتی را در بر می گیرد.

۴- حمایت از مشتری، پشتیبانی، حل مشکلات و اطلاعات از جمله شاخص های خدمات است.

۵- انعطاف پذیری: ترکیبی از شاخص هایی چون انعطاف پذیری در محصول، انعطاف پذیری در حجم و انعطاف پذیری در فرایند می باشد.

بطور کلی بررسی ها نشان می دهند که معیارهای تحویل به موقع، قیمت (هزینه)، کیفیت، انعطاف پذیری، خدمات (قبل و پس از فروش)، پاسخ گویی، تکنولوژی، اعتبار و مدیریت و سازمان از توجه خاصی نسبت به سایر معیارها برخوردار است [۴].

۲-۲ روش های ارزیابی عملکرد

در مورد روش های ارزیابی عملکرد تأمین کنندگان می توان به روش های زیر اشاره نمود [۴].

روش های براساس طبقه بندی: این روش ها مدل هایی کیفی هستند که بر اساس داده های گذشته تأمین کنندگان به سه گروه «مثبت»، «خنثی» یا «منفی» تقسیم می شوند.

- تحلیل دسته ای: این روش از متدهای پایه ای آمار است که می تواند برای گروهی از تأمین کنندگان که برای هر معیار امتیاز متفاوتی گرفته اند نیز بکار رود. نتیجه این روش دسته بندی تأمین کنندگان به دسته های قابل مقایسه می باشد.

- تحلیل پوششی داده ها: این روش بر اساس مفهوم کارایی یک گزینه تصمیم ایجاد شده است. گزینه ها بر اساس معیارهای سود (خروجی) و معیارهای هزینه (ورودی) ارزیابی می شوند. این روش به سازمان کمک می کند تا تأمین کنندگان را به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم نماید.

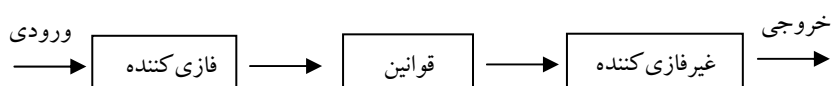
- سیستم های بر پایه استدلال: سیستم های مذکور در دسته رویکردهای مشهور به هوش مصنوعی قرار می گیرند. اساساً این سیستم ها یک پایگاه داده نرم افزاری هستند که اطلاعات مفیدی را برای تصمیم گیرنده فراهم می کنند.

- مدل های وزنی خطی (رتبه بندی): در مدل های وزنی خطی، به معیارها وزن داده می شود. بزرگترین وزن نشان دهنده بیشترین اهمیت است. رتبه هر معیار در وزن آن ضرب شده و مقادیر بدست آمده با هم جمع می شوند تا برای هر تأمین کننده یک نمره بدست آید.

- تحلیل سلسله مراتبی: AHP یک روش تصمیم‌گیری است که توسط آن می‌توان تصمیمات وابسته به معیارهای مختلف و یا تصمیمات چند معیاره را اتخاذ نمود. توسط این روش مسئله تصمیم‌گیری ابتدا ساخت‌مند شده و سپس گزینه‌های مختلف بر اساس معیارهای مطرح در تصمیم‌گیری با هم مقایسه شده و سپس اولویت انتخاب هر یک از آنها مشخص می‌شود.
 - مدل‌های هزینه کل مالکیت: این روش زمانی اهمیت می‌یابد که سازمان به دنبال شناسایی و اداره بهتر هزینه‌ها باشد و جزئیات هزینه‌ها در دسترس باشد.
 - مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی: اگر به یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی یک مجموعه تصمیم مناسب داده شود، این امکان را برای تصمیم‌گیرنده فراهم می‌کند تا مسئله تصمیم را بر حسب تابع هدف ریاضی فرموله کرده و از طریق تغییر مقادیر متغیرها به اهداف مورد نظر برسد. تأکید این مدل‌ها بر معیارهای کمی است.
 - مدل‌های آماری: این مدل‌ها در شرایط عدم اطمینان تصادفی در گزینش به کار می‌روند. بیشتر مدل‌های آماری موجود در هر زمان تنها عدم اطمینان مربوط به یک معیار را در نظر می‌گیرند.
 - مدل‌های بر پایه هوش مصنوعی: بر اساس سیستم‌های کامپیوتری استوار هستند که به طریقی می‌توانند با استفاده از کارشناسان خبره خرید و یا داده‌های گذشته به امر یادگیری مبادرت ورزند. استفاده از مدل‌های مذکور مواقعی مناسب می‌باشد که قضاوت خارجی کم اهمیت باشد.
- حال با توجه به بررسی‌های انجام شده در مورد یک سیستم ارزیابی عملکرد مناسب می‌توان به ویژگی‌هایی همچون:
- قابلیت اعمال وزن در معیارها و شاخص‌های مختلف، کاهش تأثیر قضاوت‌ها و استدلال‌های انسانی، شمول شاخص‌های کمی و کیفی، دقت ارزیابی بالا، انعطاف‌پذیری جهت بکارگیری در سیستم‌های مختلف و قابلیت تجزیه و تحلیل نتایج جهت تصمیم‌گیری مناسب اشاره نمود.
- مطالعات در خصوص روش‌های موجود حاکی از خلأهایی در مورد ویژگی‌های یک سیستم مناسب ارزیابی عملکرد می‌باشد. در ادامه به ارائه یک سیستم کنترل فازی امتیاز ارزیابی عملکرد می‌پردازیم.

۳- سیستم ارزیابی کنترل فازی

سیستم کنترل فازی سیستمی است که با بکارگیری قواعد اگر- آنگاه فازی، متغیرهای ورودی که وابسته به موقعیتی خاص می‌باشند را توسط عبارات متغیرهای کنترلی پیوند می‌دهد و در نهایت متغیرهای خروجی که بیانگر میزان تأثیر متغیرهای کنترلی بر متغیرهای ورودی هستند را تعیین می‌کند [۵] [۶] [۷] [۸].



نمودار (۱): کنترل کننده فازی حلقه باز

روش کار بدین صورت است که با استفاده از منطق فازی پیوسته، شاخص‌های ارزیابی عوامل عملکردی و عوامل فرایندی را بصورت ورودی‌های سیستم کنترل فازی در نظر گرفته و برای هر یک از آنها تابع عضویت فازی متناظر با خودش را تعریف می‌کنیم. پس از تعیین قواعد اگر- آنگاه فازی، با استفاده از روش استدلال فازی [۵] [۶] این قواعد را با هم ترکیب کرده و سپس با تعیین میزان سازگاری هر یک از قواعد از طریق روش استدلال فازی ساده شده امتیاز ارزیابی عملکرد تأمین کننده را محاسبه می‌کنیم. حال بطور مختصر به توصیف اجزاء این سیستم می‌پردازیم:

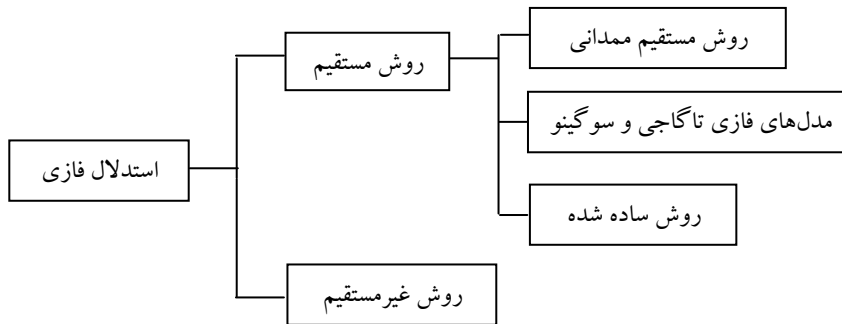
- ۱- عوامل ارزیابی: به معیارها و خصوصیات اطلاق می‌شود که برای سنجش عملکرد تأمین کننده در یک دوره زمانی بکار می‌رود.
- ۲- عوامل عملکردی: به آن تعهداتی که تأمین کننده موظف است در طی یک دوره زمانی انجام دهد، اطلاق می‌گردد.
- ۳- عوامل فرایندی: به معیارهایی اشاره دارد که بیانگر میزان کیفیت و نحوه انجام تعهدات توسط تأمین کننده است.
- ۴- مجموعه فازی: اگر X گردایه‌ای از اشیاء باشد آن گاه مجموعه فازی \tilde{A} بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$\tilde{A} = \left\{ (x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X \right\} \quad (1)$$

در رابطه (۱) تابع عضویت فازی و $\mu_{\bar{A}}(x)$ درجه عضویت فازی عنصر x است

۳-۱ تعیین قواعد اگر-آنگاه فازی

برای استدلال فازی نیاز به قواعد استنتاج می‌باشد. قواعد استنتاج برای استدلال فازی به شکل اگر-آنگاه بیان می‌شود. روش‌های استدلال فازی را به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌کنند (نمودار ۲) که توضیحات بیشتر در [۵] [۶] آمده است.



نمودار(۲): دسته بندی استدلال فازی

۳-۲ روش استدلال فازی ساده شده

اگر مجموعه‌های فازی در بخش نتیجه را با یک عدد حقیقی منحصر به فرد تعویض کنیم روش ساده شده را بدست می‌آوریم. در این روش استدلال از قاعده‌های زیر استفاده می‌کنیم:

قاعده i : اگر x_1, A_1^i باشد و... و x_n, A_n^i باشد، آنگاه

$$z = c^i, \quad i = 1, 2, \dots, r$$

که در آن i اندیس قاعده‌ها، r تعداد کل قاعده‌ها، A_i مجموعه‌های فازی و c^i یک مقدار ثابت حقیقی است که در این پژوهش جهت محاسبه آنها به منظور اعمال اوزان شاخص‌های ارزیابی، از یک روش ابتکاری جدید به شرح زیر استفاده شده است. اوزان شاخص‌ها را که می‌توان با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) بدست آورد، بوسیله الگوریتم قواعد اگر-آنگاه فازی در ماکزیمم امتیاز مورد نظر ارزیابی مطابق با شروط زیر ضرب کرده و مجموع آن را به عنوان اعداد ثابت حقیقی

مربوط به هر قاعده در نظر می گیریم.

$$IF \quad \mu_{A_i} \quad then \quad W_i * S \quad else \quad 0$$

$$C^i = \sum_{i=1}^r W_i * S \quad (2)$$

S: حداکثر امتیاز مورد نظر ارزیابی

نتیجه استدلال بصورت زیر داده می شود:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^r a^i z^i}{\sum_{i=1}^r a^i} = \frac{\sum_{i=1}^r a^i C^i}{\sum_{i=1}^r a^i} \quad (3)$$

که در آن a^i سازگاری بخش غیاث از قاعده i است و بصورت زیر محاسبه می شود.

$$\alpha^i = \mu_{A_i}(x_0) \wedge \mu_{B_i}(y_0) \quad (4)$$

”۸“ عملگر مینیمم می باشد که در این پژوهش با توجه به [۱۵] [۱۳] [۱۲] از عملگر ضرب استفاده می شود.

۴- مطالعه موردی: صنعت قطعه سازی خودرو

در این پژوهش به منظور ارائه یک مورد کاربردی، به مطالعه یک فرایند برون سپاری شده در یک شرکت سازنده قطعات خودرو پرداخته شده است. در این شرکت عملیات تیز کردن مته مرغک (Center Drill) ماشین های تراش به پیمانکاران واگذار شده که به منظور ارزیابی عملکرد هر یک از آنها سیستم کنترل فازی ارزیابی عملکرد طرح ریزی گردید. حال به منظور سهولت درک و پیشبرد موضوعات بطور نمونه چند معیار شامل کیفیت، هزینه، تحویل به موقع، خدمات و انعطاف پذیری انتخاب گردیده است.

۴-۱ معرفی شاخص های ارزیابی عوامل عملکردی

برای سنجش هر یک از معیارهای اشاره شده نیز بطور نمونه می توان شاخص های زیر را معرفی نمود.

۴-۱-۱ یکی از شاخص‌های کیفیت، نرخ تولید محصولات بدون عیب توسط مته مرغک دریافتی از پیمانکار می‌باشد. فرض می‌کنیم حداقل تولید مورد نظر n و حداکثر نرخ تولیدی N قطعه باشد. برای این مورد دو مجموعه فازی \tilde{A}_1 (عملکرد مطلوب در نرخ تولید) و \tilde{B}_1 (عملکرد نامطلوب در نرخ تولید) را در نظر می‌گیریم.

۴-۱-۲ هزینه عملیات تیزکاری را به عنوان شاخص سنجش معیار هزینه در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم حداقل هزینه عملیات تیزکاری C واحد پولی و تغییرات هزینه عملیات ΔC باشد. برای این منظور دو مجموعه فازی \tilde{A}_2 (مطلوبیت هزینه عملیات) و \tilde{B}_2 (نامطلوبیت هزینه عملیات) را در نظر می‌گیریم.

۴-۱-۳ در دسترس بودن پیمانکار جهت شاخص سنجش معیار تحویل به موقع انتخاب گردیده است که توسط کارشناسان بصورت کیفی ارزیابی می‌گردد. فرض می‌کنیم در دسترس بودن پیمانکار m باشد. برای این مورد مجموعه فازی \tilde{A}_3 (عملکرد مطلوب در تحویل به موقع) و \tilde{B}_3 (عملکرد نامطلوب در تحویل به موقع) را در نظر می‌گیریم.

۴-۱-۴ زمانی که مته مرغک‌های دریافتی از پیمانکار دارای کیفیت لازم نباشند می‌بایست مته مرغک‌ها جهت اصلاح و رفع نقص به پیمانکار ارجاع داده شود. زمان اصلاح و عودت مته مرغک‌ها به عنوان شاخص خدمت پیمانکار انتخاب گردید. فرض می‌کنیم اصلاح طی D روز انجام می‌شود و حداکثر تاخیر مجاز H ساعت می‌باشد. برای این مورد دو مجموعه فازی \tilde{A}_4 (عملکرد مطلوب در خدمات) و \tilde{B}_4 (عملکرد نامطلوب در خدمات) در نظر گرفته شد.

۴-۱-۵ برای انعطاف‌پذیری، شاخص پاسخ‌گویی به درخواست‌های اضطراری شرکت در نظر گرفته شده است که توسط کارشناسان بصورت کیفی بیان می‌گردد. فرض می‌شود پاسخ‌گویی به درخواست‌های اضطراری p باشد. در این حالت دو مجموعه فازی \tilde{A}_5 (پاسخ‌گویی مطلوب به درخواست‌های اضطراری) و \tilde{B}_5 (پاسخ‌گویی نامطلوب به درخواست‌های اضطراری) مورد نظر خواهد بود. برای کمی کردن واژه‌زبانی مورد نظر از نگاره (۱) استفاده می‌کنیم. لازم به ذکر می‌باشد که اعداد قطعی شده از فرمول زیر (تبدیل اعداد فازی به قطعی مینکوسکی) بدست آمده است.

$$X = m + ((\beta - \alpha) / 4)$$

نگاره (۱): تبدیل واژه های زبانی به مقادیر کمی

واژه های زبانی	بدینانه ترین حالت	ممکن ترین حالت	خوشبینانه ترین حالت	اعداد قطعی شده
خیلی ضعیف	۰	۱	۱	۰
ضعیف	۰	۱	۳	۰/۵
نسبتاً ضعیف	۱	۳	۵	۱/۵
متوسط	۳	۵	۷	۳/۵
نسبتاً خوب	۵	۷	۹	۵/۵
خوب	۷	۹	۱۰	۷/۲۵
خیلی خوب	۹	۹	۱۰	۹/۲۵

۴-۲ وزن اهمیت شاخص ها

به منظور دستیابی به وزن اهمیت هر یک از شاخص ها طبق الگوی پیشنهادی در روش AHP معیارها توسط کارشناسان و مدیران ارشد دو به دو باهم مقایسه شده و در نهایت با نرمال کردن و متوسط وزنی ماتریس، به اوزان مورد نظر دست خواهیم یافت. نکته قابل توجه در این خصوص محاسبه شاخص سازگاری و نرخ سازگاری می باشد که باید در حد قابل قبول باشد [۲].

۴-۳ معرفی شاخص های عوامل فرایندی

برای تعیین شاخص مطلوبیت عوامل فرایندی، ۵ مجموعه فازی \tilde{A} (عملکرد مطلوب)، \tilde{B} (عملکرد تقریباً مطلوب)، \tilde{C} (عملکرد قابل قبول)، \tilde{D} (عملکرد تقریباً نامطلوب)، \tilde{E} (عملکرد نامطلوب) را در نظر می گیریم. عملکرد نامطلوب عبارت است از نمره کمتر از ۲۵، عملکرد تقریباً نامطلوب عبارت است از نمره بین ۲۵ تا ۵۰، نمره ۵۰ تا ۷۵ بیانگر عملکرد قابل قبول، عملکرد تقریباً مطلوب را با نمره بین ۵۰ تا ۱۰۰ و در نهایت عملکرد مطلوب نمره ارزیابی ۷۵ به بالا می باشد.

نگاره (۲): توابع فازی متناظر با شاخص‌های ارزیابی عوامل عملکردی

$\mu_{\tilde{A}_1}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq N \\ \frac{x-n}{N-n} & n < x < N \\ 0 & x \leq n \end{cases}$	$\mu_{\tilde{B}_1}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq N \\ \frac{N-x}{N-n} & n < x < N \\ 1 & x \leq n \end{cases}$
$\mu_{\tilde{A}_2}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq c + \Delta c \\ \frac{(\Delta c + c) - x}{\Delta c} & c < x < c + \Delta c \\ 1 & x \leq c \end{cases}$	$\mu_{\tilde{B}_2}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq c + \Delta c \\ \frac{x - c}{\Delta c} & c < x < c + \Delta c \\ 0 & x \leq c \end{cases}$
$\mu_{\tilde{A}_3}(x) = \begin{cases} 1 & x = m_n \\ \frac{x - m_i}{m_n - m_i} & m_i < x < m_n \\ 0 & x = m_i \end{cases}$	$\mu_{\tilde{B}_3}(x) = \begin{cases} 0 & x = m_n \\ \frac{m_n - x}{m_n - m_i} & m_i < x < m_n \\ 1 & x = m_i \end{cases}$
$\mu_{\tilde{A}_4}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 24D \\ \frac{24D + k - x}{k} & 24D < x < 24D + k \\ 0 & x \geq 24D + k \end{cases}$	$\mu_{\tilde{B}_4}(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 24D + k \\ \frac{x - 24D}{k} & 24D < x < 24D + k \\ 0 & x < 24D \end{cases}$
$\mu_{\tilde{A}_5}(x) = \begin{cases} 1 & x = p_m \\ \frac{x - p_i}{p_m - p_i} & p_i < x < p_m \\ 0 & x = p_i \end{cases}$	$\mu_{\tilde{B}_5}(x) = \begin{cases} 1 & x = p_i \\ \frac{p_m - x}{p_m - p_i} & p_i < x < p_m \\ 0 & x = p_m \end{cases}$

نگاره (۳): توابع فازی متناظر با شاخص‌های ارزیابی عوامل فرایندی

$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-75}{25} & 75 < x < 100 \\ 1 & x = 100 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$	$\mu_{\tilde{B}}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{25} & 50 < x < 75 \\ \frac{100-x}{25} & 75 \leq x < 100 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$
$\mu_{\tilde{C}}(x) = \begin{cases} \frac{x-25}{25} & 25 < x < 50 \\ \frac{75-x}{25} & 50 \leq x < 75 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$	$\mu_{\tilde{D}}(x) = \begin{cases} \frac{x}{25} & 0 < x < 25 \\ \frac{50-x}{25} & 25 \leq x < 50 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$
$\mu_{\tilde{E}}(x) = \begin{cases} 1 & x < 0 \\ \frac{25-x}{25} & 0 \leq x < 25 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$	

۴-۴ محاسبه امتیاز ارزیابی عملکرد پیمانکار در شرکت مورد مطالعه

همانطور که در بخش‌های قبلی بیان گردید با توجه به معیارها و شاخص‌های آورده شده، شاخص‌های کنترلی در نگاره (۴) نشان شده است.

نگاره (۴): شاخص‌های کنترلی

n	N	C	Δc	M	D	H	P
۸۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰	خیلی خوب	۱	۴	خیلی خوب

تحقیقات انجام شده در رابطه با یکی از پیمانکاران میزان هر یک از شاخص‌ها را در نگاره (۵) نشان می‌دهد.

نگاره (۵): اطلاعات مربوط به پیمانکار مورد بررسی

نرخ تولید	هزینه عملیات	در دسترس بودن	زمان اصلاح و عودت	پاسخ گویی به درخواست‌های اضطراری
۱۳۹۴	۱۸۰۰	متوسط	۲۶ ساعت	خوب

بدلیل اینکه اوزان شاخص‌ها از دیدگاه‌های (سازمان) مختلف یکسان نمی‌باشد بنابراین با بکارگیری یک تیم چند تخصصی (CFT) به مقایسه دو به دوی شاخص‌ها اقدام گردید که در نهایت نتیجه آن در نگاره (۶) آورده شده است. لازم به ذکر است که نرخ سازگاری محاسبه شده در ماتریس مذکور ۰/۰۰۵ می‌باشد.

نگاره (۶): مقایسه دو به دوی شاخص‌ها در شرکت مورد بررسی

شاخص	نرخ تولید	هزینه عملیات	در دسترس بودن	زمان اصلاح	پاسخ گویی	وزن شاخص
نرخ تولید	۱	۵/۲	۱	۳	۵/۴	۰/۲۸۸
هزینه عملیات	۲/۵	۱	۲/۳	۳/۵	۲/۳	۰/۱۴۵
در دسترس بودن	۱	۳/۲	۱	۳	۵/۴	۰/۲۶
زمان اصلاح	۱/۳	۳/۵	۱/۳	۱	۲/۵	۰/۰۸۹
پاسخ گویی	۴/۵	۳/۲	۴/۵	۵/۲	۱	۰/۲۱۸

اکنون با توجه به اطلاعات نگاره (۵) و توابع عوامل عملکردی، درجه عضویت هر یک از شاخص‌های ارائه شده را محاسبه می‌کنیم. در ادامه طرح ریزی قواعد اگر-آنگاه فازی با فرض اینکه X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 و Z به ترتیب نشان‌دهنده نرخ تولید، هزینه عملیات، میزان توقف خط تولید، زمان اصلاح و عودت، میزان پاسخ گویی به درخواست‌ها و امتیاز عملکرد پیمانکار باشد، را در نگاره (۷) نمایش می‌دهیم.

پس از تعیین قواعد اگر- آنگاه فازی برای تعیین میزان سازگاری قواعد طبق فرمول ارائه شده در بخش های قبلی اقدام نموده که نتایج در نگاره (۸) آمده است.

نگاره (۸): میزان سازگاری قواعد اگر- آنگاه فازی

$\alpha^1=0.055$	$\alpha^5=0.007$	$\alpha^9=0.083$	$\alpha^{13}=0.011$	$\alpha^{17}=0.009$	$\alpha^{21}=0.001$	$\alpha^{25}=0.014$	$\alpha^{29}=0.002$
$\alpha^2=0.166$	$\alpha^6=0.230$	$\alpha^{10}=0.25$	$\alpha^{14}=0.035$	$\alpha^{18}=0.029$	$\alpha^{22}=0.004$	$\alpha^{26}=0.044$	$\alpha^{30}=0.006$
$\alpha^3=0.018$	$\alpha^7=0.002$	$\alpha^{11}=0.027$	$\alpha^{15}=0.003$	$\alpha^{19}=0.003$	$\alpha^{23}=0.0004$	$\alpha^{27}=0.004$	$\alpha^{31}=0.0007$
$\alpha^4=0.055$	$\alpha^8=0.007$	$\alpha^{12}=0.083$	$\alpha^{16}=0.011$	$\alpha^{20}=0.009$	$\alpha^{24}=0.001$	$\alpha^{28}=0.014$	$\alpha^{32}=0.002$

مقادیر ثابت های حقیقی در نگاره (۹) آمده است .

نگاره (۹): مقادیر ثابت های حقیقی

$C^1=100$	$C^5=74$	$C^9=85/5$	$C^{13}=59/5$	$C^{17}=71/2$	$C^{21}=45/2$	$C^{25}=56/7$	$C^{29}=30/7$
$C^2=78/2$	$C^6=52/2$	$C^{10}=63/7$	$C^{14}=37/7$	$C^{18}=49/4$	$C^{22}=23/4$	$C^{26}=34/9$	$C^{30}=8/9$
$C^3=91/1$	$C^7=65/1$	$C^{11}=76/6$	$C^{15}=50/6$	$C^{19}=62/3$	$C^{23}=36/3$	$C^{27}=47/8$	$C^{31}=21/8$
$C^4=69/3$	$C^8=43/3$	$C^{12}=54/8$	$C^{16}=28/8$	$C^{20}=40/5$	$C^{24}=14/5$	$C^{28}=26$	$C^{32}=0$

حال در این بخش به مرحله نافیازی سازی می رسیم که با استفاده از فرمول روش استدلال فازی ساده شده نتیجه استدلال که همان امتیاز عملکرد پیمانکار مورد نظر می باشد بصورت زیر محاسبه می گردد.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^r \alpha^i C^i}{\sum_{i=1}^r \alpha^i} = 66.125$$

با توجه به نتیجه بدست آمده می توان عملکرد پیمانکار را در ناحیه قابل قبول با درجه عضویت ۰/۳۵۵ و تقریباً مطلوب با درجه عضویت ۰/۶۴۵ جای داد که امتیاز مورد بحث

تعلق بیشتری به مجموعه تقریباً مطلوب داشته و بنابراین عملکرد پیمانکار مورد نظر «تقریباً مطلوب» ارزیابی می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به مطالعات انجام شده استدلال‌ها و قضاوت‌های انسانی نقش بسیار زیادی در تعیین امتیاز عملکرد تامین‌کنندگان دارند. بنابراین هر چه یک تصمیم‌گیری بیشتر درگیر نیروی انسانی و هم‌چنین سیستم‌های پیچیده شود، پدیده فازی بیشتر مسلط بر توضیح این سیستم‌ها می‌گردد. بطور کلی متدولوژی ارائه شده می‌تواند تمامی خلاهای موجود در زمینه ارزیابی عملکرد تامین‌کنندگان را از میان بردارد و موجب رشد و بهره‌وری فرایند برون‌سپاری گردد. جهت پیاده‌سازی و اجرای این روش در شرکت مورد بررسی نرم‌افزاری طراحی گردید که با توجه به آن به راحتی تمامی پیمانکاران و تامین‌کنندگان آن شرکت بصورت دوره‌های تعیین شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. از مهمترین مزایای این روش می‌توان به شیوه استدلال ساده، محاسبه سریع، اعمال اوزان مختلف شاخص‌ها، شمول شاخص‌های کمی و کیفی، دقت بالا و ارائه امتیاز عملکرد به منظور بازخورد به تامین‌کنندگان جهت ارتقاء و افزایش شایستگی‌های محوری اشاره نمود. در این مقاله با توجه به جوانب ادراکی و ویژگی‌های داده‌ها از هفت سطح جهت رتبه‌بندی واژه‌های زبانی استفاده گردید که می‌توان آنها را برحسب نیاز تغییر داد. همچنین به جای استفاده از روش استدلال فازی ساده شده می‌توان از روش‌های ثقل مرکزی و مدل‌های فازی تاگاجی و سوگینو استفاده نمود.

منابع

- ۱- اکبری، محمدرضا و پریسا امانی، مریم (۱۳۸۳). «الگوهای کنترل فرایند برون سپاری در یک زنجیره تامین»، اولین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین.
- ۲- امیری، مقصود. (۱۳۸۴). «جزوه درسی کاربرد تئوریهای تصمیم گیری در مدیریت»، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین.
- ۳- بازیار، افشار (۱۳۸۳). «بررسی ابعاد و رویکردهای مساله برون سپاری»، اولین کنفرانس ملی لجستیک و زنجیره تامین.
- ۴- جوانروح کیوی، سعید و سلمان زاده، سیما (۱۳۸۲). «طراحی سیستم ارزیابی عملکرد سازندگان قطعات در زنجیره تامین قطعات خودرو (مورد: شرکت ساپکو)»، پایان نامه کارشناسی ارشد، سازمان مدیریت صنعتی.
- ۵- زاهدی، مرتضی. (۱۳۷۸). تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن، نشر کتاب دانشگاهی، چاپ اول.
- ۶- کازوتاناکا. (۱۳۸۲). مقدمه ای بر منطق فازی برای کاربردهای عملی آن، ترجمه وحیدیان، کامیاد و طارقیان، محمدرضا، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۷- کارتالوپوس، اس. وی. (۱۳۸۱). منطق فازی و شبکه های عصبی، ترجمه جورابیان، محمود و هوشمند، رحمت ا...، چاپ اول، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۸- پناهیان فرد، سعید. (۱۳۸۳). «ارزشیابی عملکرد کارمندان با استفاده از منطق فازی»، پنجمین کنفرانس سیستم‌های فازی ایران، دانشگاه امام حسین (ع).
- 9- Chalos, P. sung, J. (1998). "Outsourcing Decisions and management incentives". Decision science. Vol. 29, No.4, pp:12- 20.
- 10- Greavor, M. F. (1998). "Strategic outsourcing- A structured approach to outsourcing decitions & initiatives". Amocom, UK.
- 11- Handy, C. (1995). "Trust & virtual organization". Harvard Business Review, 73 (may- June), pp: 40- 50.

- 12- Johnson, M. (1997). "Outsourcing in brief". Henemann, UK .
- 13- Lee, C. C. (1990). "Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller". IEEE, transaction on system.
- 14- Mehlem, H and Aturaliya, S. (1994). "Application of fuzzy logic to bridge engineering". Fuzzy sets & systems .Vol. 2, pp 56- 68.
- 15- Moomme, J. (2002). "Framework for outsourcing manufacturing: strategic & operational implications". Computer in Industry, Vol. 49, pp: 116- 127.