2018, Vol.4, No.2, Pages 13 to 22
Journal of Water and Sustainable Development

ارزیابی هزینه‌های کیفیت و انتخاب گزینه مناسب برای کاهش هزینه‌ها با مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی و شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی (مطالعه‌ی موردی: شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی)

رضا شهرجردی[۱*]، غلامرضا ابراهیم‌آبادی[۲]، سمیرا شهبازی[۳]
۱ و ۳- به ترتیب دکتری و کارشناس مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، مکانیک و هوا فضا، دانشگاه فنی و مهندسی بوئین زهرا، قزوین. ۲- مدیر کل دفتر مجامع و نظارت مالی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: R.shahrjerdi@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۸

چکیده

امروزه پارامترهای هزینه و کیفیت دو عامل اساسی و مزیت رقابتی محسوب می‌شوند. از این رو، بررسی رابطه‌ی بین آن‌ها طی سال‌های اخیر به ویژه در صنایع پیشرو مانند شرکت‌های ارایه‌دهندی خدمات عمومی شهری بسیار مورد توجه بوده، به طوری که افزایش رقابت‌پذیری این واحدها، اهمیت تمرکز بر کاهش هزینه‌های تولید و افزایش کیفیت خدمات را به دنبال داشته است. از سوی دیگر تولیدکنندگان همواره تلاش می‌کنند، هزینه‌های تولید را کاهش دهند و کیفیت محصولات و خدمات را در سطح انتظارات مصرف‌کنندگان حفظ نمایند؛ لذا در این پژوهش در صنعت آب و فاضلاب ابتدا، مهم‌ترین عامل‌های ایجاد هزینه‌ی کیفیت[۱] با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی[۲] فازی و مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی[۳] شناسایی و رتبه‌بندی شده و راهکارهای مناسب در راستای عامل‌های محرک هزینه‌ی کیفیت ارایه شد. نتایج نشان می‌دهد، بیشترین هزینه‌ی کیفیت در صنعت آب و فاضلاب هزینه‌های ارزیابی (۳۶/۵ درصد) است و سایر هزینه‌های کیفیت شامل شکست بیرونی (۲۸/۹ درصد)، شکست درونی (۲۲/۳ درصد) و پیش‌گیری (۱۲/۲ درصد) در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: هزینه‌های کیفیت، منطق فازی، تحلیل سلسله مراتبی و مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل.

Evaluating the Cost of Quality and Selecting the Appropriate Option for Cost Reduction using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Models (Case Study: The Water and Wastewater Company of Markazi Province)

R. Shahrjerdi[1*], Gh.R. EbrahimAbadi[2], S. Shahbazi[3]
1- PhD. Student in Industrial Engineering , Department of Industrial, Mechanical and Aerospace Engineering, Buein Zahra Technical University, Buein Zahra, Qazvin, Iran. 2- BSc in Industrial Engineering, Department of Industrial, Mechanical and Aerospace Engineering, Buein Zahra Technical University, Buein Zahra, Qazvin, Iran. 3- Director General of Bureau for Assemblies and Financial Control, NWWEC.
*(Corresponding Author Email: R.shahrjerdi@yahoo.com)
Received: 17-07-2017
Accepted: 09-10-2017

Abstract

Nowadays, cost and quality are considered two basic factors which contribute to a competitive advantage in the industry. Hence, in recent years, there has been much interest in examining the relationship between these two competitive advantages, especially in leading industries such as public utilities. Such that, the increase in the competitiveness of these companies has increased the importance of focusing on reducing production costs as well as increasing the quality of services. On the other hand, manufacturers always try to reduce production costs and also maintain the quality of products and services at the level of consumer expectations. Therefore, in this research in the water and wastewater industry, firstly, the most important factors for creating cost of quality are identified and ranked by using the Fuzzy AHP algorithm and the Fuzzy TOPSIS. Also, appropriate solutions have been proposed along with quality cost stimulus factors. The results show that the most costly variable in the quality of the water and wastewater industry is the evaluation cost (36.5%). Other quality costs are, External defeat (28.9%), internal defeat (22.3%), and prevention (12.2%).

Keywords: Quality costs, Fuzzy logic, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPS.

DOI: 10.22067/jwsd.v4i2.66178

مقدمه

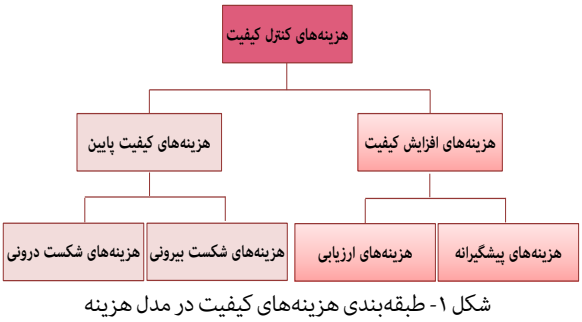
در بازار رقابتی کنونی شرکت‌ها با هزینه‌های تولید گوناگونی مواجه هستند و برای سود بیشتر و بهره‌مندی از سهم بیشتر در بازار، می‌بایست از راهبردهای مناسب استفاده کنند. تأمین کیفیت برای خدمات و محصولات تولیدی هزینه‌هایی دارد که سازمان می‌بایست این هزینه را متحمل شود تا رضایت مشتریان تأمین شده و مشتریان خود را حفظ کند و همچنین شانس زندگی خود را در بازار گسترش دهد (Longaraya و همکاران، ۲۰۱۵).

شناختِ مهم‌ترین عامل ایجادکننده هزینه‌ی کیفیت و ارایه‌ی راهکارهای مناسب برای حداقل‌سازی آن، شرکت‌ها را در افزایش بازده‌ی اقتصادی و در نهایت سود بیشتر یاری می‌نماید. در واقع، هزینه‌های کیفیت تلاش می‌کند که به جای بررسی کیفیت از ابتدای تولید از ایجاد محصول نامرغوب (خدمات نامناسب) جلوگیری شود. به طور خلاصه سیستمِ هزینه‌یابی کیفیت، بسترهای لازم را برای تولید مرغوب‌تر و با صرف هزینه‌ی کمتر فراهم می‌آورد (ستایش و پورقدیری، ۱۳۸۸).

هزینه‌ی شکست درونی و برونی، ارزیابی و پیش‌گیری از عامل‌های تعیین‌کننده‌ی هزینه‌های کیفیت هستند. شرکت می‌بایست شاخص‌های کیفیت را مورد توجه قرار دهد تا خدمت تولید شده مورد رضایت مشتری بوده و فروش مناسب را داشته باشد. بنابراین باید با توجه به این عوامل مهم، گزینه‌های ایجادکننده‌ی هزینه‌ی کیفیت شناسایی شوند و گزینه‌ای که بیشترین هزینه را ایجاد می‌کند انتخاب شده، برای حداقل‌سازی آن‌ها اقدام شود. حال یافتن

مبانی نظری

در سال‌های مختلف مدل‌های گوناگونی برای هزینه‌یابی کیفیت ایجاد شده است. آن چه که در انتخاب مدل مناسب برای ارزیابی هزینه‌ی کیفیت اهمیت دارد این است که این مدل بتواند هزینه‌های پنهان در کیفیت را به خوبی شناسایی کند. در این پژوهش مدل "هزینه‌ی پیش‌گیری، شکست و ارزیابی (PAF)[۶]" که بیشترین مقبولیت را دارد، استفاده شده است. این مدل شامل چهار گروه هزینه به شرح زیر است (اشکال ۱ و ۲):

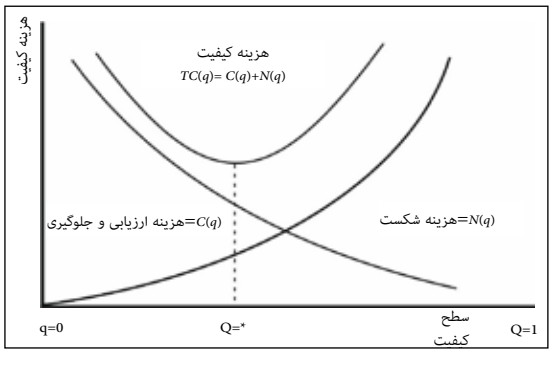


شکل ۱- طبقه‌بندی هزینه‌های کیفیت در مدل هزینه پیش‌گیری، شکست و ارزیابی (Chang) -(PAF، ۱۹۹۶)

مهم‌ترین عامل از بین عامل‌های تأثیرگذار مشکل دیگری است که تصمیم‌گیرندگان با آن مواجه هستند؛ زیرا در بیشتر واحدهای خدماتی و تولیدی، برنامه‌ی هدف‌مندی برای ارزیابی این هزینه‌ها لحاظ نشده و هزینه‌ی کیفیت در غالب هزینه‌های دیگر پنهان است و به طور دقیق قابل محاسبه نمی‌باشد. بنابراین می‌بایست مهم‌ترین گزینه برای کاهش هزینه، با توجه به فاکتورهای مهم برای سازمان و گزینه‌های هزینه‌های کیفیت انتخاب شود.

مسائل انتخاب و ارزیابی گزینه‌ها در حالتی که تصمیم‌گیرنده با چند گزینه و معیار مواجه می‌باشد، از جمله مسائل راهبردی است که برای حل آن‌ها از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، استفاده می‌شود. در شیوه‌های کلاسیک تصمیم‌گیری چند معیاره[۴]، مطلوبیت و وزن معیارها به صورت اعداد قطعی معرفی شده‌اند (Chang، ۱۹۹۶)، اما همیشه داده‌های قطعی در اختیار نیست و گاهی تصمیم‌گیرنده با داده‌های مبهم مواجه است که برای حل این مشکل از شیوه‌های ترکیبی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و علم فازی[۵] استفاده می‌شود.

هزینه‌های کیفیت نیز از جمله هزینه‌هایی هستند که به صورت قطعی نمی‌باشند و در هزینه‌های دیگر پنهان هستند. در این شرایط از شیوه‌های تصمیم‌گیری فازی (عدم قطعیت) استفاده می‌شود. در این پژوهش ابتدا با استفاده از شیوه‌ی تحلیل سلسله مراتبی فازی، معیارها وزن‌دهی می‌شود. سپس با استفاده از مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی، گزینه‌ها رتبه‌بندی شده و گزینه‌ای که بیش‌ترین هزینه را به صنعت آب و فاضلاب تحمیل می‌کند شناسایی می‌شود.



شکل ۲- نمودار مدل هزینه پیش‌گیری، شکست و ارزیابی (PAF)

• هزینه‌ی شکست درونی (درون سازمانی)[۷]: این هزینه‌ها شامل ایرادهایی است که در مراحل مختلف پیش از تحویل محصول یا خدمت به مشتری بروز می‌کنند و از طرق مختلف از قبیل بازرسی و واحد کنترل کیفیت خود یا بازرسان خارجی به این ایرادها پی برده و به حذف آن‌ها اقدام می‌کند. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های برداشت و تصفیه‌ی آب، هزینه‌های هدر رفت آب (پرت)، تعمیرات پیش‌گیرانه و دوباره کاری، تحلیل شکست، هزینه‌های بازیافت پساب

تصفیه‌خانه‌ها، توزیع آب و نگهداری کیفیت مناسب، پساب تصفیه شده و هزینه‌ی درجه‌بندی کیفیت آب شرب است.

• هزینه‌ی شکست بیرونی[8]: هزینه‌هایی است که قبل از استفاده توسط مشتری قابل رویت و تشخیص نبوده و پس از تحویل و ارایه‌ی خدمت به مشتریان ایجاد می‌شوند (هزینه‌های نمونه‌گیری کیفیت آب از مشترکین، نارضایتی و شکایات مشتریان و اصلاح رضایت مشتریان).

• هزینه‌های ارزیابی[9]: این هزینه‌ها برای تعیین مطابقت یا عدم مطابقت مشخصه‌های خدمت عرضه شده یا محصول تولید شده با ویژگی‌های کیفی مورد نظر صرف می‌شوند. برخی از هزینه‌های فوق شامل ارزیابی پیمانکاران فرعی (بهره‌بردار)، بازرسی و آزمایش ورودی‌ها (آب خام)، بازرسی و آزمایش فرآیند تولید، بازرسی و آزمایش محصول نهایی، ایجاد ممیزی سیستم‌های کیفیت، کنترل تجهیزات بازرسی و اندازه‌گیری، بررسی کیفیت آب ذخایر مخازن و بررسی کیفیت آب تحویلی به مشترکان است.

• هزینه‌های پیشگیرانه[10]: شامل هزینه فعالیت‌هایی که برای جلوگیری از بروز ایرادها و خرابی‌ها در محصولات و خدمات صرف می‌شوند. صرف این هزینه‌ها سبب کاهش خرابی و ایراد در محصول تولیدی و خدمت ایجاد شده در مراحل مختلف می‌شود. اصلی‌ترین آن‌ها هزینه‌های طرح‌ریزی کیفیت، آموزش، طراحی و کنترل فرآیند و هزینه‌های گزارش‌دهی است.

Juran (۱۹۶۲) بر مبنای این مدل نظریه‌ای را ارایه داد که رابطه‌ی معکوس میان هزینه‌ی پیش‌گیری و ارزیابی از یک سو و هزینه‌ی شکست را از سوی دیگر نمایش می‌دهد. بر این اساس سرمایه‌گذاری بیش‌تر، در دو بخش پیش‌گیری و بازرسی، سبب کاهش هزینه‌های شکست می‌شود. این داد و ستد معکوس بسیار شناخته شده بوده و مقبولیت بالایی دارد، به خوبی بیانگیر مفهوم سطح بهینه‌ی کیفیت می‌باشد و اساس هزینه‌یابی کیفیت است .

پیشینه و سوابق

He (۲۰۱۰) در پژوهشی تحت عنوان سیستم‌های مهندسی کیفیت، هزینه‌ی کیفیت، مفهوم مدیریت و کنترل کیفیت را مورد بحث قرار می‌دهد. وی به این نتیجه رسید که هدف از بکارگیری سیستم کیفیت، کاهش هزینه‌های کلی کیفیت و دستیابی به بیش‌ترین سود می‌باشد).

Chopra و Garg (۲۰۱۱) در پژوهشی تحت عنوان الگوهای رفتاری طبقات هزینه‌ی کیفیت، همبستگی بین طبقات مختلف هزینه‌ی کیفیت را مورد بررسی قرار دادند. به اعتقاد آن‌ها با افزایش تلاش‌ها به سمت فعالیت‌های ارزیابی و پیش‌گیری، هزینه‌های عدم تطابق کاهش می‌یابند، علاوه بر این همبستگی منفی بین هزینه‌های تطابق و هزینه‌های عدم تطابق وجود دارد.

Omarو Murgan (۲۰۱۴) در پژوهش خود با عنوان یک مدل بهبود یافته برای هزینه‌یابی کیفیت به این نتیجه رسیدند که کاهش در هزینه‌های شکست منجر به کاهش یا عدم افزایش در هزینه‌های عدم تطابق می‌گردد و این که رویکرد حسابداری سنتی برای هزینه‌یابی کیفیت چندان کافی نیست، زیرا نتایج آن به طور عمده‌ای به هزینه‌ی نیروی کار مستقیم بستگی دارد. در صورتی که هزینه‌ی نیروی کار مستقیم فقط ۳ درصد از مجموع هزینه‌های کیفیت را تشکیل می‌دهد.

پورزرندی، مینویی و بیگدلی (۱۳۸۹) پژوهشی با موضوع طراحی الگوی شناسایی و محاسبه هزینه‌های کیفیت در صنایع خودروسازی انجام دادند. در این تحقیق به طراحی الگویی برای شناسایی و محاسبه هزینه‌های کیفیت در یکی از سالن‌های تولیدی شرکت صنعتی ایران خودرو پرداخته شده است. به طوری که ابتدا عناصر هزینه‌های کیفیت در چهار گروه هزینه‌های پیشگیری، هزینه‌های ارزیابی و آزمون و هزینه‌های ناشی از خطاهای داخلی و خارجی تفکیک و طبقه بندی شدند.

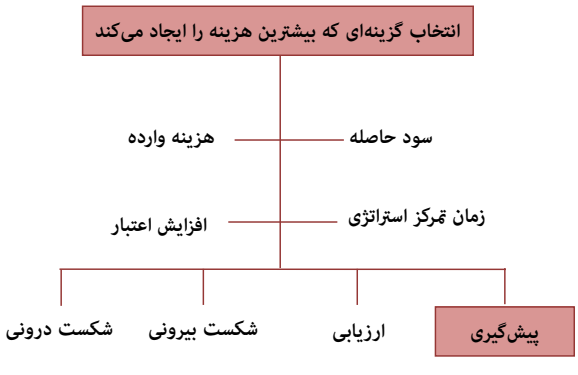
بهشتی و قوامی (۱۳۷۸) اقدام به استقرار سیستم هزینه‌یابی کیفیت در شرکت فرآورده‌های نسوز پارس نمودند. در این تحقیق به تبیین هر چه بیش‌تر ضرورت استفاده از هزینه‌یابی کیفیت با ذکر مواردی که بیش‌ترین امکان کاهش هزینه در آن‌ها وجود دارد پرداخته شد که از آن جمله می‌توان به مواردی مانند : آگاه کردن پرسنل شرکت از هزینه‌های کیفیت ضعیف محصولات و خدمات، مشخص‌کردن بخش‌هایی که بیش‌ترین هزینه‌های کیفیت را ایجاد می‌کنند، کاهش قیمت تمام شده و افزایش حاشیه‌ی سود و تقویت کار گروهی در دستیابی به هدف‌های کیفی اشاره کرد.

ابراهیمی (۱۳۸۰) در پژوهشی هزینه‌های کیفیت در صنایع با مقیاس کوچک را بررسی کرد. در این پژوهش هزینه‌های کیفیت به عنوان یک روش علمی برای کمی کردن اندازه مسئله کیفیت طرح شده است. بر اساس اصول و مبانی نظری، این هزینه‌ها در چهار طبقه هزینه‌های شکست داخلی، هزینه‌های شکست خارجی، ارزیابی و پیش‌گیری تقسیم‌بندی شدند. هر طبقه خود متشکل از اجزایی است که بر حسب مسئله مورد بررسی این اجزا و درجه اهمیت آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد. با توجه به بررسی‌های انجام شده، رهیافت هزینه‌یابی کیفیت به عنوان یک رهیافت مناسب برای برآورد این هزینه‌ها شناسایی و به کار گرفته شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که این هزینه‌ها سهم قابل توجهی را در فروش شرکت طی یک سال مالی داشته‌اند. بیش‌ترین سهم مربوط به طبقه هزینه‌های شکست داخلی بوده و پس از آن طبقات هزینه‌های ارزیابی، پیش‌گیری و شکست خارجی هستند. در نهایت از طریق تحلیل پارتو، اقلام اصلی هزینه‌ای شناسایی شده و شیوه‌هایی برای بهبود ارایه شده است.

دارابی و فلاح نژاد (۱۳۸۸) به ارزیابی موانع توسعه هزینه‌های کیفیت در صنعت محصولات شیمیایی پرداختند. نتایج این تحقیق بیانگر این واقعیت است که غالباً مدیران و مسئولین حسابداری فاقد توانایی کافی جهت انتقال اطلاعات مالی به مدیران تصمیم‌گیرنده هستند. در اغلب این سازمان‌ها نقش امور مالی صرفاً در کنترل دریافت‌ها، پرداخت‌ها و ثبت وقایع به منظور جواب‌گویی به الزامات قانونی خلاصه گردیده و کمتر به حسابداری مدیریت و سیستم‌هایی مانند هزینه‌یابی کیفیت به عنوان ابزار مدیریت جهت کنترل هزینه‌ها و برنامه‌ریزی توجه شده است.

روش تحقیق

از آن‌جایی‌که این پژوهش درصدد ارزیابی هزینه‌های کیفیت و انتخاب گزینه‌ی مناسب است، لذا بر اساس هدف از نوع تحقیق‌های توسعه‌ای می‌باشد و از منظر روش تحقیق، با توجه به این‌که به دنبال توصیف شرایط موجود در قالب مطالعه موردی می‌باشد، از نوع تحقیق‌های توصیفی است. مطابق مطالبی که ارایه شد مدل مفهومی پژوهش مطابق شکل (۳) است.



شکل ۳- مدل مفهومی مدل

به دلیل عدم وجود سیستم درست و مناسب هزینه‌یابی کیفیت، داده‌های دقیق در مورد هزینه‌های کیفیت وجود ندارد و داده‌های موجود مبهم و غیردقیق است؛ لذا برای تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه‌ای که بیش‌ترین هزینه را تحمیل می‌کند از منطق فازی استفاده شده است. چهار معیار هزینه‌ی وارده، سود حاصله، افزایش اعتبار و زمان تمرکز استراتژی و چهار گزینه‌ی شکست درونی، شکست بیرونی، ارزیابی و پیش‌گیری در نظر گرفته شده و برای نظردهی از سه کارشناس خبره استفاده شده است.

روش تصمیم‌گیری سلسله مراتبی برای بررسی و وزن‌دهی نظرات خبرگان که با پرسشنامه‌های زوجی و معمولاً از میان دو تا ۱۰ خبره می‌باشد، انجام می پذیرد که بسته به نظر پرسش‌گر و بررسی ضریب ناسازگاری صحت و روایی پاسخ‌ها ارزیابی می‌شود. در اینجا با توجه به ضریب ناسازگاری مناسب[11] برای این سه خبره وزن‌دهی انجام پذیرفت و اگر تعداد بیش‌تری به خبرگان اضافه می‌شد تغییر قابل توجهی در نتایج ایجاد نمی‌کرد. برای سهولت و دقت محاسبات از نرم‌افزار MATLAB.17a[12] استفاده شده است.

مدل مورد استفاده:

در این پژوهش ابتدا از شیوه‌ی تحلیل سلسله مراتبی فازی برای وزن‌دهی معیارها و سپس از مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده شده که در ادامه به اختصار ارایه خواهند شد.

مدل تحلیل سلسله مراتبی:

فرآیند مدل تحلیل سلسله مراتبی همانند فرآیند تفکر انسان بوده و تصمیم‌گیری‌های پیچیده را به مسائل ساده‌تری تبدیل می‌کند و به این ترتیب از پیچیدگی تصمیم‌گیری‌های دشوار کاسته می‌شود. اساسی‌ترین مراحل آن به شرح زیر می‌باشد:

۱. سازمان‌دهی مسأله به صورت سلسله مراتبی: در اولین مرحله، مسأله به شکل یک درخت نشان داده می‌شود که در بالاترین سطح آن، اهداف کلی و در پایین‌ترین سطح، گزینه‌ها و بین این دو سطح، معیارها و زیرمعیارها قرار می‌گیرند.

۲. توسعه ماتریس مقایسه‌های زوجی: گزینه‌ها یا معیارها با استفاده از مقایسه‌های زوجی، همچنین زیرمعیارها یا گزینه‌ها در یک سطح مشابه و با توجه به معیار سطح بالاتر توسط تصمیم‌گیرنده‌گان مقایسه می‌شوند و در قالب ماتریس‌های مقایسات زوجی مطابق ماتریس زیر نشان داده می‌شوند.

$$\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ij}\} = \begin{pmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{pmatrix}$$

۳. محاسبه وزن‌های داخلی ماتریس‌های زوجی: روش‌های متعددی برای استخراج وزن‌های معیارها یا گزینه‌ها از ماتریس‌های زوجی توسعه داده شده‌اند که برخی از آن‌ها عبارتند از: بردار ویژه، کمترین مربعات لگاریتمی، کمترین مربعات وزن‌دار، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی فازی.

۴. رتبه‌بندی گزینه‌ها: آخرین قدم، تعیین اولویت‌بندی‌های نهایی با توجه به وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها است. وزن هر یک از گزینه‌ها با ضرب وزن‌های داخلی زیرمعیارهای هر یک از سطوح در یک دیگر و جمع وزن‌های نهایی به‌دست آمده و سپس اولویت‌ها مشخص می‌شود. رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها بر اساس اولویت‌بندی‌های نهایی تعیین می‌شود.

مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل:

طبق این مدل، m گزینه به وسیله‌ی n شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و هر مسأله را می‌توان به عنوان یك سیستم هندسی شامل m نقطه در یك فضای n بعدی در نظر گرفت. این مدل بر این مفهوم بنا شده که گزینه‌ی انتخابی باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن A^+_i) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن A^-_i) داشته باشد و در ۶ مرحله انجام می‌شود.

۱. تبدیل ماتریس اولیه تصمیم‌گیری (D) به ماتریس بی‌مقیاس (ND) به کمک نرم اقلیدسی.

۲. محاسبه‌ی ماتریس وزین بی‌مقیاس (V) از طریق ضرب ماتریس بی‌مقیاس موزون (ND) با ماتریس ضرایب شاخص‌ها (WJ).

۳. تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت (A^+_i) و راه‌حل ایده‌آل منفی (A^-_i) برای کلیه‌ی گزینه‌ها (رابطه‌های ۱ و ۲).

$$A^+ = \{(MAX_i \quad V_{ij} \mid j \in J_1), (MAXi \ V_{ij} \mid j \in J) \mid i = 1, 2, \ldots, n\} \quad (۱)$$

$$A^- = \{(MIN \ V_{ij} \mid j \in J_1), (MAX \ V_{ij} \mid j \in J_2) \mid i = 1, 2, \ldots, m\} \quad (۲)$$

۴. تعیین فاصله‌ی نرم‌اقلیدسی طبق رابطه‌ی (۳) به ازای جواب ایده‌آل منفی و گزینه‌ی مثبت و به ازای جواب ایده‌آل مثبت و گزینه‌ی منفی.

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j +)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, (i = 1, 2, \ldots, m)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j -)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, (i = 1, 2, \ldots, m) \quad (۳)$$

۵. محاسبه‌ی فاصله‌ی نسبی A_i به جواب ایده‌آل (C_i). در این‌حالت هر چه گزینه‌ی A_i به راه حل ایده‌آل نزدیك‌تر باشد، مقدار C_i آن به یك نزدیك‌تر خواهد بود (رابطه‌ی ۴).

$$C_i = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)} \quad , \quad (i = 1, 2, \ldots, n) \quad (۴)$$

۶. رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس فاصله‌ی نسبی A_i به جواب ایده‌آل (C_i) به ترتیب نزولی یا صعودی (مؤمنی، ۱۳۸۵).

یافته‌های پژوهش

حل مسئله‌ها با مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی فازی و مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی مستلزم محاسبه‌های زیادی می‌باشد که با توجه به محدودیت‌های موجود، فقط اطلاعات و جدول‌های نهایی وزن شاخص‌ها و نتیجه‌ها گزارش شده است.

ابتدا ماتریس مقایسه‌های زوجی معیارها نسبت به یک دیگر از دیدگاه هر یک از کارشناسان تشکیل شد و داده‌های به دست آمده که به صورت متغیر زبانی هستند با توجه به جدول (۱) به

منطق فازی:

بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه‌های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیك مجموعه‌های ریاضیات است. در تئوری کلاسیك مجموعه‌ها، یك عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یك الگوی صفر و یك و باینری تبعیت می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می‌کند. به این ترتیب که یك عنصر می‌تواند تا درجاتی و نه کاملاً عضو یك مجموعه باشد. عضویت اعضای مجموعه در منطق فازی از طریق تابع u(x) مشخص می‌شود که x نمایانگر یك عضو مشخص و u تابعی فازی است که درجه عضویت x در مجموعه مربوطه را تعیین می‌کند و مقدار آن بین صفر و یك است (رابطه ۵).

$$\tilde{A} = \{(x, \mu A(x)) \mid x \in X\} \quad (۵)$$

به تعبیری، u(x) نگاشتی از مقادیر x با مقادیر عددی ممکن بین صفر و یك را می‌سازد. تابع u(x) ممکن است مجموعه‌ای از مقادیر گسسته یا پیوسته باشد. وقتی که u مقادیر گسسته باشد، فقط تعداد کمی از مقادیر گسسته که بین صفر و یك می‌باشند در مجموعه جواب قرار می‌گیرد؛ در حالی که وقتی مجموعه‌ی مقادیر u پیوسته باشند، یك منحنی پیوسته از اعداد اعشاری بین صفر و یك در مجموعه اعداد فازی تشکیل می‌شود. نمونه‌ای از اعداد فازی تعریف شده در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱- تغییر متغیر زبانی به اعداد فازی مثلثی

متغیر زبانی	عدد فازی مثلثی	معکوس عدد فازی مثلثی	متغیر زبانی
کاملا بیش‌تر	(۵/۲,۳,۷/۲)	(۲/۷,۱/۳,۲/۵)	کاملا کمتر
خیلی بیش‌تر	(۲,۵/۲,۳)	(۱/۳,۲/۵,۱/۲)	خیلی کمتر
بیش‌تر	(۲/۲,۲,۵/۲)	(۲/۵,۱/۲,۲/۳)	کمتر
نسبتا بیش‌تر	(۱,۳/۲,۲)	(۱/۲,۲/۳,۱)	نسبتا کمتر
کمی بیش‌تر	(۱/۲,۱,۳/۲)	(۲/۳,۱,۲)	کمی کمتر
برابر	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	برابر

اعداد فازی تبدیل می‌شوند (جداول ۲ تا ۴).

در هر یک از ماتریس‌ها، هر کدام از سلول‌های بالای قطر اصلی نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی اهمیت عناصر سطر نسبت به عناصر ستون و هر کدام از خانه‌های پایین قطر اصلی نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی اهمیت عناصر ستون به عناصر سطر می‌باشد که ارزش آن‌ها معکوس ارزش سلول‌های بالای قطر می‌باشد. برای هر سلول میانگین وزن‌های تعیین شده توسط کارشناسان با استفاده از نرم‌افزار MATLAB.17a به دست آمد (جدول ۵) و در نهایت وزن معیارها مطابق شکل (۴) به دست آمد.

جدول ۲- ماتریس مقایسه‌های زوجی تصمیم‌گیرنده‌ی ۱

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
هزینه‌ی وارده	(۱,۱,۱)	(۱/۲,۲/۳,۱)	(۱/۳,۲/۵,۱/۲)	(۱/۲,۱,۳/۲)
سود حاصله	(۱,۳/۲,۲)	(۱,۱,۱)	(۲,۵/۲,۳)	(۱/۲,۱,۳/۲)
افزایش اعتبار	(۲,۵/۲,۳)	(۱/۳,۲/۵,۱/۲)	(۱,۱,۱)	(۲,۵/۲,۳)
زمان تمرکز استراتژی	(۲/۳,۱,۲)	(۲/۳,۱,۲)	(۱/۳,۲/۵,۱/۲)	(۱,۱,۱)

جدول ۳- ماتریس مقایسه‌های زوجی تصمیم‌گیرنده‌ی ۲

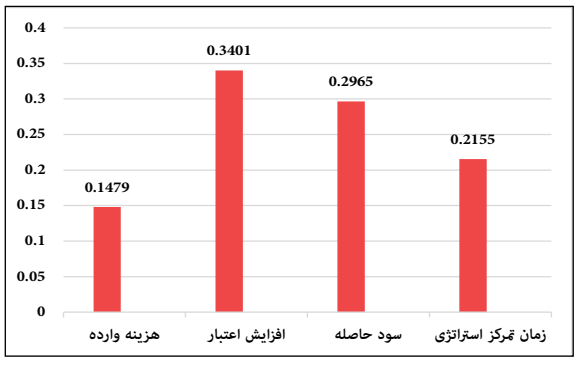
	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
هزینه‌ی وارده	(۱,۱,۱)	(۱/۲,۲/۳,۱)	(۲/۷,۱/۳,۲/۵)	(۱/۲,۲/۳,۱)
سود حاصله	(۱,۳/۲,۲)	(۱,۱,۱)	(۱,۳/۲,۲)	(۱/۲,۱,۳/۲)
افزایش اعتبار	(۵/۲,۳,۷/۲)	(۱/۲,۲/۳,۱)	(۱,۱,۱)	(۳/۲,۲,۵/۲)
زمان تمرکز استراتژی	(۱,۳/۲,۲)	(۲/۳,۱,۲)	(۲/۵,۱/۲,۲/۳)	(۱,۱,۱)

جدول ۴- ماتریس مقایسه‌های زوجی تصمیم‌گیرنده‌ی ۳

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
هزینه‌ی وارده	(۱,۱,۱)	(۱/۲,۱,۳/۲)	(۱,۱,۱)	(۲/۳,۱,۲)
سود حاصله	(۲/۳,۱,۲)	(۱,۱,۱)	(۱/۲,۱,۳/۲)	(۱,۱,۱)
افزایش اعتبار	(۱,۱,۱)	(۲/۳,۱,۲)	(۱,۱,۱)	(۲/۳,۱,۲)
زمان تمرکز استراتژی	(۱/۲,۱,۳/۲)	(۱,۱,۱)	(۱/۲,۱,۳/۲)	(۱,۱,۱)

جدول ۵- ماتریس میانگین وزن‌های تعیین شده توسط تصمیم‌گیرنده‌ها

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
هزینه‌ی وارده	(۱,۱,۱)	(۰/۵,۰/۷۷۷,۱/۱۶۶)	(۰/۵۳۹,۰/۵۷۷,۰/۶۳۳)	(۰/۵۵۵,۰/۸۸۸,۱/۵)
سود حاصله	(۰/۸۸۸,۱/۳۳۳,۲)	(۱,۱,۱)	(۱/۱۶۶,۱/۶۶۶,۲/۱۶۶)	(۰/۶۶۶,۱,۱/۳۳۳)
افزایش اعتبار	(۱/۸۳۳,۲/۱۶۶,۲/۵)	(۰/۵,۰/۶۸۸,۱/۱۶۶)	(۱,۱,۱)	(۱/۳۸۸,۱/۸۳۳,۲/۵)
زمان تمرکز استراتژی	(۰/۷۲۲,۱/۱۶۶,۱/۸۳۳)	(۰/۷۷۷,۱,۱/۶۶۶)	(۰/۴۱۱,۰/۶۳۳,۰/۸۸۸)	(۱,۱,۱)



شکل ۴- نمودار وزن معیارهای به دست آمده با شیوه‌ی تحلیل سلسله مراتبی

حال به بررسی نظر سه کارشناس در صنعت آب و فاضلاب مورد نظر برای بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم. از آن جا که نظر آن‌ها به صورت متغیر زبانی است، از اعداد فازی مثلثی استفاده می‌کنیم. برای رتبه‌بندی گزینه‌ها با مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی نیاز به تعریف اعداد فازی داریم. اعداد فازی مطابق جدول (۶) برای تبدیل نظر کارشناسان در مورد گزینه‌ها استفاده شده است.

جدول ۶- تبدیل متغیر زبانی به اعداد فازی مثلثی

متغیر زبانی	عدد فازی متناظر
بسیار کم	(۰,۰,۱)
کم	(۰,۱,۳)
تا حدودی کم	(۱,۳,۵)
مناسب	(۳,۵,۷)
تا حدودی زیاد	(۵,۷,۹)
زیاد	(۷,۹,۱۰)
بسیار زیاد	(۹,۱۰,۱۰)

در این مرحله ماتریس تصمیم منطبق بر نظر سه کارشناس مطابق جدول‌های (۷) تا (۹) تشکیل شد. در مرحله‌ی بعدی میانگین وزن‌های تعیین شده توسط ۳ تصمیم‌گیرنده مطابق جدول‌های (۱۰) تا (۱۲) محاسبه شد.

جدول ۷- ماتریس تصمیم تصمیم‌گیرنده‌ی ۱

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
شکست درونی				
هزینه‌ی دورریز و اسقاطی	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)	(۰,۰,۱)	(۰,۱,۳)
تعمیر و دوباره کاری	(۱,۳,۵)	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)	(۱,۳,۵)
تحلیل شکست	(۰,۰,۱)	(۹,۱۰,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)
نگهداری نامناسب مواد اولیه	(۰,۰,۱)	(۵,۷,۹)	(۰,۱,۳)	(۳,۵,۷)
شکست بیرونی				
ضمانت	(۳,۵,۷)	(۰,۱,۳)	(۰,۱,۳)	(۰,۱,۳)
صدای مشتری	(۰,۱,۳)	(۹,۱۰,۱۰)	(۵,۷,۹)	(۰,۱,۳)
ارزیابی				
ارزیابی پیمانکاران فرعی	(۰,۱,۳)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)
بازرسی ورودی‌ها	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۰,۱,۳)
بازرسی و آزمایش فرآیند	(۱,۳,۵)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۰,۰,۱)
بازرسی و آزمایش محصول نهایی	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۵,۷,۹)	(۰,۰,۱)
ایجاد ممیزی و سیستم کیفیت	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۱,۳,۵)
کنترل تجهیزات بازرسی و اندازه‌گیری	(۳,۵,۷)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)
بررسی کیفیت موجودی انبار	(۱,۳,۵)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)
پیش‌گیری				
طرح‌ریزی کیفیت	(۵,۷,۹)	(۱,۳,۵)	(۰,۱,۳)	(۷,۹,۱۰)
آموزش	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)	(۳,۵,۷)

جدول ۸-ماتریس تصمیم تصمیم‌گیرنده‌ی ۲

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
شکست درونی				
هزینه‌ی دورریز و اسقاطی	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)	(۰,۰,۱)	(۰,۱,۳)
تعمیر و دوباره کاری	(۱,۳,۵)	(۷,۹,۱۰)	(۳,۵,۷)	(۱,۳,۵)
تحلیل شکست	(۰,۰,۱)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۳,۵,۷)
نگهداری نامناسب مواد اولیه	(۰,۰,۱)	(۳,۵,۷)	(۱,۳,۵)	(۰,۰,۱)
شکست بیرونی				
ضمانت	(۳,۵,۷)	(۱,۳,۵)	(۳,۵,۷)	(۰,۱,۳)
صدای مشتری	(۰,۱,۳)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)	(۳,۵,۷)
ارزیابی				
ارزیابی پیمانکاران فرعی	(۰,۱,۳)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۳,۵,۷)
بازرسی ورودی‌ها	(۰,۰,۱)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۱,۳,۵)
بازرسی و آزمایش فرآیند	(۱,۳,۵)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۰,۱,۳)
بازرسی و آزمایش محصول نهایی	(۰,۰,۱)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۰,۱,۳)
ایجاد ممیزی و سیستم کیفیت	(۰,۰,۱)	(۹,۱۰,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۰,۱,۳)
کنترل تجهیزات بازرسی و اندازه‌گیری	(۳,۵,۷)	(۷,۹,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۰,۱,۳)
بررسی کیفیت موجودی انبار	(۱,۳,۵)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)	(۱,۳,۵)
پیش‌گیری				
طرح‌ریزی کیفیت	(۵,۷,۹)	(۰,۱,۳)	(۱,۳,۵)	(۰,۱,۳)
آموزش	(۰,۰,۱)	(۳,۵,۷)	(۷,۹,۱۰)	(۰,۱,۳)

جدول ۹- ماتریس تصمیم تصمیم‌گیرنده‌ی ۳

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
شکست درونی				
هزینه‌ی دورریز و اسقاطی	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۳,۵,۷)	(۷,۹,۱۰)
تعمیر و دوباره کاری	(۱,۳,۵)	(۹,۱۰,۱۰)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)
تحلیل شکست	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۵,۷,۹)
نگهداری نامناسب مواد اولیه	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۱,۳,۵)	(۰,۱,۳)
شکست بیرونی				
ضمانت	(۳,۵,۷)	(۹,۱۰,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۳,۵,۷)
صدای مشتری	(۰,۱,۳)	(۳,۵,۷)	(۷,۹,۱۰)	(۳,۵,۷)
ارزیابی				
ارزیابی پیمانکاران فرعی	(۰,۱,۳)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۱,۳,۵)
بازرسی ورودی‌ها	(۰,۰,۱)	(۹,۱۰,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۱,۳,۵)
بازرسی و آزمایش فرآیند	(۱,۳,۵)	(۷,۹,۱۰)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)
بازرسی و آزمایش محصول نهایی	(۰,۰,۱)	(۵,۷,۹)	(۹,۱۰,۱۰)	(۷,۹,۱۰)
ایجاد ممیزی و سیستم کیفیت	(۰,۰,۱)	(۷,۹,۱۰)	(۹,۱۰,۱۰)	(۷,۹,۱۰)
کنترل تجهیزات بازرسی و اندازه‌گیری	(۳,۵,۷)	(۳,۵,۷)	(۳,۵,۷)	(۰,۱,۳)
بررسی کیفیت موجودی انبار	(۱,۳,۵)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)	(۷,۹,۱۰)
پیش‌گیری				
طرح‌ریزی کیفیت	(۵,۷,۹)	(۰,۱,۳)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)
آموزش	(۰,۰,۱)	(۵,۷,۹)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)

جدول ۱۰- میانگین وزن‌های تعیین شده تصمیم گیرنده‌ی ۱

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
شکست درونی	(۲,۳,۴/۲۵)	(۵/۲۵,۶/۷۵,۸)	(۱/۷۵,۲/۷۵,۴/۲۵)	(۱,۲/۵,۴/۵)
شکست بیرونی	(۱/۵,۳,۵)	(۴/۵,۵/۵,۶/۵)	(۲/۵,۴,۶)	(۰,۱,۳)
ارزیابی	(۰/۷۱,۱/۷۱,۳/۲۸)	(۷/۵۷,۹/۱۴,۱۰)	(۷/۵۷,۹/۱۴,۹/۸۵)	(۱/۴۲,۲/۲۸,۳/۷۱)
پیش‌گیری	(۲/۵,۳/۵,۵)	(۴,۶,۷/۵)	(۰,۱,۳)	(۵,۷,۸/۵)

جدول ۱۱- میانگین وزن‌های تعیین شده توسط تصمیم‌گیرنده‌ی ۲

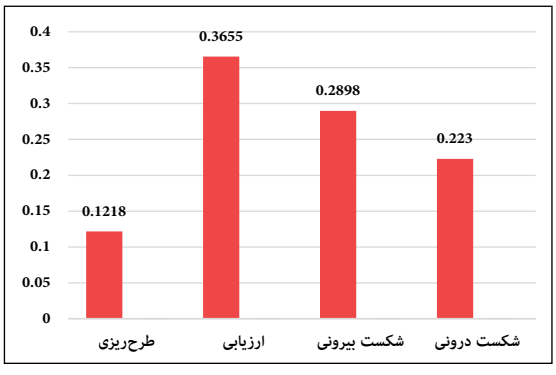
	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
شکست درونی	(۲,۳,۴/۲۵)	(۴/۷۵,۶/۲۵,۶/۵)	(۳/۲۵,۴/۵,۵/۵۷)	(۱,۲/۲۵,۴)
شکست بیرونی	(۱/۵,۳,۵)	(۳,۵,۷)	(۵,۷,۸/۵)	(۱/۵,۳,۵)
ارزیابی	(۰/۷۱,۱/۷۱,۳/۲۸)	(۸/۱۴,۹/۴۲,۹/۸۵)	(۸/۷۱,۹/۸۵,۱۰)	(۰/۷۱,۲/۱۴,۴/۱۴)
پیش‌گیری	(۲/۵,۳/۵,۵)	(۱/۵,۳,۵)	(۴,۶,۷/۵)	(۰,۱,۳)

جدول ۱۲- میانگین وزن‌های تعیین شده توسط تصمیم‌گیرنده ۳

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
شکست درونی	(۲,۳,۴/۲۵)	(۷/۵,۹/۲۵,۱۰)	(۴,۶,۷/۷۵)	(۴/۷۵,۶/۵,۸)
شکست بیرونی	(۱/۵,۳,۵)	(۶,۷/۵,۸/۵)	(۷,۹,۱۰)	(۳,۵,۷)
ارزیابی	(۰/۷۱,۱/۷۱,۳/۲۸)	(۶/۴۲,۸/۲۸,۹/۴۲)	(۶/۷۱,۸/۴۲,۹/۴۲)	(۴/۲۸,۶/۱۴,۷/۵۷)
پیش‌گیری	(۲/۵,۳/۵,۵)	(۲/۵,۴,۶)	(۵,۷,۹)	(۷,۹,۱۰)

در ادامه با توجه به این که نظر هر سه کارشناس برابر در نظر گرفته شده است، میانگین نظر آن‌ها در جدول (۱۳) ارایه شده است. دو معیار هزینه‌ی وارده و زمان تمرکز استراتژی از جنس هزینه می‌باشند و منفی در نظر گرفته می‌شوند. دو معیار سود حاصله و افزایش اعتبار از جنس سود می‌باشد و مثبت در نظر گرفته می‌شوند.

با وارد کردن این داده‌ها در نرم‌افزار MATLAB.17a، رتبه‌بندی گزینه‌ها مطابق شکل (۵) حاصل شد.



شکل ۵- رتبه‌بندی گزینه‌های هزینه‌های کیفیت

جدول ۱۳- ماتریس نهایی

	هزینه‌ی وارده	سود حاصله	افزایش اعتبار	زمان تمرکز استراتژی
	-۰/۱۴۷۹	۰/۲۹۶۵	۰/۳۴۰۱	-۰/۲۱۵۵
شکست درونی	(۲,۳,۴/۲۵)	(۵/۸۳,۷/۴۱,۸/۵)	(۳,۴/۴۱,۵/۹۱)	(۲/۲۵,۳/۷۵,۵/۵)
شکست بیرونی	(۱/۵,۳,۵)	(۴/۵,۶,۷/۳۳)	(۴/۸۳,۶/۶۶,۸/۱۶)	(۱/۵,۳,۵)
ارزیابی	(۰/۷۱,۱/۷۱,۳/۲۸)	(۷/۸۳,۹,۹/۷۶)	(۷/۶۶,۹/۱۴,۹/۷۶)	(۲/۱۴,۳/۵۲,۵/۱۴)
پیش‌گیری	(۲/۵,۳/۵,۵)	(۲/۶۶,۴/۳۳,۶/۱۶)	(۳,۴/۶۶,۶/۵)	(۴,۵/۶۶,۷/۱۶)

جمع‌بندی و نتیجه

به دست آوردن هزینه‌های کیفیت همیشه در صنایع معضل بزرگی است؛ زیرا این هزینه‌ها در قالب هزینه‌های دیگر ظاهر می‌شوند و قابل تفکیک نمی‌باشد. از طرفی دیگر یافتن و مدیریت هزینه‌های کیفیت در هر شرکتی با توجه به اهمیت کیفیت و هزینه بسیار حایز اهمیت است.

برای برآورد هزینه‌ی کیفیت انتخاب مدل "هزینه‌ی پیش‌گیری، شکست و ارزیابی (PAF)" و به دست آوردن گزینه‌ای که بیش‌ترین هزینه را برای صنعت مورد نظر ایجاد می‌کند، روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی و با مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی انتخاب شده است. طبق نتایج به دست آمده، بیش‌ترین هزینه کیفیت در شرکت‌های آب و فاضلاب مربوط به هزینه‌های ارزیابی است.

هزینه‌های کیفیت درصد قابل توجهی از درآمد شرکت‌ها را به خود اختصاص می‌دهند؛ در حالی که بیش‌تر مدیران و کارشناسان از این موضوع آگاهی ندارند. همین موضوع سبب افزایش هزینه‌های کیفیت در بخش‌های شکست درونی و بیرونی و ارزیابی می‌شود. در صورتی که با تأکید بیش‌تر بر سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های پیشگیرانه مانند آموزش به کارکنان و طراحی‌های دقیق، علاوه بر کاهش هزینه‌ها خطا و تولید محصول معیوب، هزینه ارزیابی و بازرسی نیز کاهش می‌یابد.

پس سرمایه‌گذاری در بخش پیش‌گیری، گزینه‌ی مناسبی برای هدف‌های آتی صنعت و کاهش هزینه‌های کیفیت در بخش‌های شکست درونی و شکست برونی و ارزیابی می‌باشد. همچنین استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی و مدل شباهت به گزینه‌های ایده‌آل فازی در شناسایی رتبه‌بندی گزینه‌ها بسیار موثر و کارآمد است.

پی‌نوشت

1- Quality of Cost (QOC)

2- Analytical Hierarchy Process (AHP)

3- Technique For Order Preferneces By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)

4- Multi criteria Decision Making (MCDM)

5- Fuzzy Science

6- Prevention, Appraisal & Failure (PAF)

7- Internal Failure Costs

8- External Failure Costs

9- Appraisal Costs

10 Prevention Costs

۱۱- ضریب ناسازگاری به عنوان ضریبی در اعتبارسنجی مقایسات زوجی استفاده می شود که باید کمتر از ۰/۱ باشد تا بتوان به نظرات خبرگان بصورت زوجی اعتبار کرد

13- Matrix Laboratory

منابع

ابراهیمی، س. ۱۳۸۰. بررسی هزینه‌های کیفیت در صنایع با مقیاس کوچک، مطالعه موردی: شرکت فرمان خودرو سپاهان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه صنعتی اصفهان.

بهشتی، ف. و قوامی، س. ۱۳۷۸. پیاده‌سازی سیستم هزینه‌یابی کیفیت در شرکت فرآورده‌های نسوز پارس. ششمین کنفرانس بین المللی مدیریت، تهران.

پورزرندی، م.، مینویی، م. و بیگدلی، س. ۱۳۸۹. طراحی الگوی شناسایی و محاسبه هزینه‌های کیفیت در صنایع خودروسازی. نشریه دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۳: ۷۳-۹۵.

دارابی، ر. و فلاح نژاد، ع. ۱۳۸۸. ارزیابی موانع توسعه هزینه‌های کیفیت در صنعت محصولات شیمیایی. پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابرسی، ۴: ۱۵۵-۱۸۴.

ستایش، م. و پورقدیری، م. ۱۳۸۸. بررسی موانع توسعه هزینه یابی کیفیت. نشریه حسابرس، ۴۴: ۱۳۲-۱۴۴.

مؤمنی، م. ۱۳۸۵. پژوهش عملیاتی پیشرفته. انتشارات دانشگاه تهران- دانشکده‌ی مدیریت.

Chang D.Y. 1996. Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. European Journal of Operational Research, 95(3): 649-655.

Chopra A. and Garg D. 2011. Behavior Patterns of Quality Cost Categories. Total Quality Management, 23: 510 – 515.

He, Dadi. 2010. Engineering Quality Systems: Cost of Quality. Modern Applied Science, 4(5): 102.

Juran J.M. 1962. Quality Control Handbook. 1st Edition. McGraw-Hill. New York.

Longaraya A., Goisa J. and Munhoza P. 2015. Proposal for Using AHP Method to Evaluate the Quality of Services Provided by Outsourced Companiesn. Information Technology and Quantitative Management (ITQM).

Omar m.k. and Murgan sh. 2014. An Improved Model for the Cost of Quality. International Juran of Quality and Reliability Management. 31(4): 395-418.