

Laboratory Services Pricing by using Interval Valued Fuzzy Multi-criteria Decision-making

Nastaran Kazemi¹, Ahmmad Kamali², Ali Bozorgi-Amiri³

1-MSc, Industrial Engineering Group, Mazandaran University of Science and Technology, Behshahr, Iran.
nastaran.kazemi@b-iust.ac.ir

2-PhD Candidate, School of Industrial Engineering, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.
ahmadekamali@ut.ac.ir

3-Assistant Professor, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
alibozorgi@ut.ac.ir

Abstract

Pricing is one of the most important decisions having significant impact on companies' profitability. The right price led to attracting customers and increasing their satisfaction. Therefore, the managers are always looking for procedures to compare pricing strategies and choose the best pricing strategy. Since the pricing has uncertain and multi-attribute structure, applying multi-criteria decision-making methods are appropriate in pricing. This paper proposed an interval valued fuzzy decision making method for Laboratory Services Pricing. This approach consists of interval valued fuzzy ANP for calculating the weight of criteria and interval valued TOPSIS for determining the weight of solutions. Finally, by multiplying company weight and a ratio the Laboratory Services price is proposed to the real case company. The result shows the applicability of the proposed approach. Also, the results of validation indicate the accuracy of the proposed model, the effectiveness of interval valued fuzzy uncertainty and interdependence between criteria on pricing issue.

Keywords

Pricing, Multi-criteria Decision-making, Analytic Network Process, TOPSIS, Interval Valued Fuzzy Uncertainty.

قیمت گذاری خدمات آزمایشگاهی با توجه به قیمت رقبا با استفاده از تصمیم گیری چندمعیاره فازی بازه‌ای

نسترن کاظمی^۱، احمد کمالی^۲، علی بزرگی امیری^{۳*}

۱- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و فناوری مازندران

kazemee_nastaran@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، پردیس البرز، دانشگاه تهران

ahmadekamali@ut.ac.ir

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

alibozorgi@ut.ac.ir

چکیده

قیمت گذاری یکی از مهم ترین تصمیماتی است که روی سودمندی شرکت ها تأثیر بسزایی دارد. قیمت مناسب، عاملی برای جذب مشتریان و افزایش رضایتمندی آنها می شود. بدین منظور مدیران همواره به دنبال روش هایی برای مقایسه راهبردهای تعیین قیمت و انتخاب بهترین راهبرد برای تعیین قیمت اند. با توجه به اینکه تعیین قیمت دارای ساختار غیرقطعی و شاخص های چندگانه است، به کارگیری روش های تصمیم گیری چندمعیاره از زمینه های مناسب برای قیمت گذاری است. برای تعیین قیمت خدمات آزمایشگاه های صنعتی، یک مدل تصمیم گیری استفاده شده است. این مدل شامل فرایند تحلیل شبکه ای فازی بازه ای برای محاسبه وزن شاخص ها و روش تاپسیس فازی بازه ای برای تعیین وزن گزینه هاست. در نهایت با ضرب وزن در نسبت قیمت به وزن، قیمت نهایی خدمات آزمایشگاهی مشخص می شود. نتایج حاصل از مدل، کاربردی بودن رویکرد پیشنهادی را در تعیین قیمت خدمات آزمایشگاه های صنعتی نشان می دهد. همچنین نتایج حاصل از اعتبارسنجی نشان دهنده دقت رویکرد پیشنهادی، تأثیر گذاری عدم قطعیت فازی بازه ای و تأثیر گذاری اثر متقابل بین معیارها در تعیین قیمت است.

کلید واژه ها: قیمت گذاری، تصمیم گیری چندشاخصه، فرایند تحلیل شبکه ای، تاپسیس، عدم قطعیت فازی بازه ای

۱- مقدمه

قیمت گذاری یکی از مهم ترین تصمیماتی است که بر سودآوری شرکت ها تأثیر بسزایی دارد (سن^۱، ۲۰۱۳). قیمت مناسب باعث جذب مشتریان و افزایش رضایتمندی آنها می شود (المغربی^۲، ۲۰۰۳). قیمت گذاری، فرایند اعمال قیمت به مرور زمان و در شرایط مختلف است. ایده اصلی تعیین قیمت، به حداکثر رساندن سود برای فروشنده با در نظر گرفتن تمایلات متفاوت مصرف کنندگان برای پرداخت است (هوواس و بیگردن^۳، ۲۰۰۶). به منظور افزایش تمایل مشتریان به خرید کالا، تولیدکنندگان باید قیمت منطقی و معقولی را برای محصولات خود تعیین کنند. همچنین، قیمت هم عامل سودآوری شرکت و هم باعث برتری و حتی کنار گذاشتن رقباست. به همین دلیل تعیین قیمت مناسب برای عرضه محصول در بازار اهمیت بسیاری دارد (وو، لین و چو^۴، ۲۰۰۶).

یکی از کارآمدترین تکنیک های تصمیم گیری، فرایند تحلیل سلسه مراتبی است. این روش با توجه به ساختار سلسه مراتبی بین شاخص های مختلف، به ارزیابی گزینه های موجود می پردازد (کنات، کارا و ایسیک^۵، ۲۰۰۹). از آنجا که فرایند تحلیل سلسه مراتبی وابستگی و بازخورد بین شاخص ها را در نظر نمی گیرد و همچنین در بسیاری از مسائل تصمیم گیری چندشاخصه از جمله مسئله قیمت گذاری در عمل بین شاخص های مختلف ارزیابی وابستگی و بازخورد وجود دارد، به منظور اصلاح روش فرایند تحلیل سلسه مراتبی، روشی موسوم به فرایند تحلیل شبکه ای ارائه شده است. این روش را می توان برای مسائلی با ساختار پیچیده به

کار برد. از جمله مزایای این روش، امکان در نظر گرفتن ارتباط متقابل بین سطوح مختلف نسبت به هم و همچنین ارتباط داخلی معیارها در یک سطح است. با این حال، در برخی از موارد استفاده از این روش به انجام مقایسات زوجی بسیار زیادی به کمک خبرگان نیازمند است. در این شرایط ترکیب این روش با سایر روش ها نظیر تاپسیس باعث کاهش حجم مقایسات زوجی می شود. روش تاپسیس یکی از تکنیک های تصمیم گیری چندمعیاره است که به دلیل در نظر گرفتن هم زمان گزینه آیده آل مثبت و گزینه آیده آل منفی، همچنین سادگی روش محاسباتی به طور گسترده همگان آن را پذیرفته اند. این روش بر این منطق استوار است که گزینه آیده آل مثبت دارای بالاترین سطح در تمامی شاخص هاست و گزینه آیده آل منفی دارای پایین ترین سطح در تمامی شاخص هاست (وحدانی، هادی پور و توکلی مقدم، ۲۰۱۲).

در دنیای واقعی، قضاوت ها و ترجیحات افراد دارای ابهام و سربستگی است و نمی توان به آنها اعداد دقیقی اختصاص داد؛ بنابراین استفاده از اعداد دقیق برای مدل سازی مناسب نیست. در بسیاری از موارد تصمیم گیرندگان از عبارات کلامی برای ارزیابی شاخص های مختلف استفاده می کنند. در بسیاری از مطالعات از مجموعه های فازی برای غلبه بر ابهامات متغیرهای کلامی استفاده شده است. سیستم های فازی به علت دارا بودن توابع عضویت با درجات تعلق دقیق، توانایی محدودی در کاهش اثر عدم قطعیت در قوانین فازی دارند. جنسس ادعا کرده است استفاده از مجموعه های فازی برای بیان عبارات کلامی مناسب نیست (گراتان^۶، ۱۹۷۶)؛ بنابراین در این مقاله از مجموعه های فازی بازه ای که دارای درجه تعلق بازه ای

¹ Sen

² Elmaghraby

³ Hwas and Bearden

⁴ Wu, lin and Chou

⁵ Önüt, Kara and Isik

⁶ Grattan

که تولیدکنندگان باید درباره آن تصمیم گیری کنند (اصولی، صناعی و سعیدآبادی، ۱۳۹۵). هوانگ و فانگ^۲ (۲۰۰۸) با هدف به حداکثر رساندن تابع سود کل، به توسعه مدلی برای تعیین پایایی، قیمت و وارانتهی بهینه برای محصولات تعمیرپذیر، از رویکرد برنامه ریزی ریاضی و روش بیزین برای تعیین همزمان قیمت بهینه، برنامه تولید و سیاست وارانتهی استفاده کرده‌اند. لو و وانگ^۳ (۲۰۱۱) به مطالعه تصمیمات قیمت گذاری برای کالاهای دارای چندین وارانتهی با هدف حداکثرسازی درآمد فروشنده و رسیدن به تعادل بهینه بین میزان وارانتهی و قیمت گذاری پرداختند. درباره تعیین قیمت و سیاست موجودی برای کالاهای فاسدشدنی، جیا کومار و همکاران^۴ (۲۰۱۶) به بررسی مسئله قیمت گذاری، میزان تولید و طول مدت وارانتهی تحت شرایط تعویض رایگان پرداختند و یک مدل ریاضی حداکثرسازی سود با متغیرهای تصمیم قیمت محصول، مقدار تولید و طول دوره وارانتهی به کار بردند. هی و همکاران^۵ (۲۰۱۰) مسئله را در حالتی در نظر گرفتند که بازارهای مختلفی برای فروش کالای فاسدشدنی وجود داشت. ژو و همکاران^۶ (۲۰۱۶) مدل موجودی و قیمت گذاری برای کالاهای فاسدشدنی با در نظر گرفتن تأثیر قیمت مرجع مشتری را بررسی و مدل بهینه‌سازی برای حداکثرسازی سود را ارائه کردند. در بررسی منابع، واکنش مصرف کنندگان به تعیین قیمت، از نظر اندرسون و سیمستر^۷ (۲۰۰۸)، تعیین قیمت واکنش‌های نامطلوبی را از جانب

است، برای تعیین بهترین راهبرد قیمت گذاری خدمات آزمایشگاهی شرکت‌ها استفاده شده و یک مدل تصمیم گیری، شامل فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای برای محاسبه وزن شاخص‌ها و روش تاپسیس فازی بازه‌ای برای تعیین وزن گزینه‌ها (شرکت هسا و شش شرکت همکار که خدمات مشابهی را ارائه می‌دهند) استفاده شده است. در نهایت بر اساس روش پیشنهادی آنزار و کابالر^۱ (۲۰۰۵) با ضرب وزن در نسبت قیمت به وزن قیمت نهایی خدمات آزمایشگاهی به شرکت هسا پیشنهاد شد.

مهم‌ترین نوآوری‌های مقاله عبارت‌اند از:

۱. ارائه رویکرد تصمیم گیری چندشاخصه برای مسئله قیمت گذاری در حوزه خدمات آزمایشگاهی؛
۲. حل مسئله تعیین قیمت با استفاده از ترکیبی از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای و تاپسیس فازی بازه‌ای برای نخستین بار؛
۳. استفاده از عدم قطعیت فازی بازه‌ای در حل مسئله قیمت گذاری؛
۴. اجرای رویکرد پیشنهادی روی قیمت خدمات آزمایشگاهی شرکت هسا.

۲- مرور منابع

مرور منابع نظری شامل دو بخش اصلی است: در بخش اول به طور کلی به مرور مطالعات قیمت گذاری و در بخش دوم به صورت خلاصه به مرور مطالعات تصمیم گیری چندمعیاره پرداخته می‌شود.

۲-۱- مطالعات قیمت گذاری: مطالعات

انجام شده مسئله قیمت گذاری را از جنبه‌های مختلفی بررسی کرده‌اند. تعیین قیمت و طول دوره وارانتهی محصولات تولیدی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است

² Huang and Fang

³ Lu and Wang

⁴ Jeyakumar and et al

⁵ He et al

⁶ Xue et al

⁷ Andersom and Simister

¹ Anzar and Caballer

جدول ۱. مطالعات در موضوع قیمت گذاری

| سال | مورد قیمت گذاری | روش قیمت گذاری | نویسندگان |
|------|--------------------|-------------------|--------------------------------|
| ۲۰۱۹ | جریان برق | هزینه محور | لیسی ^۴ |
| ۲۰۱۹ | خدمات اینترنتی | هزینه محور | لیو و همکاران ^۵ |
| ۲۰۱۸ | خدمات حمل و نقل | بازار محور | هی و همکاران ^۶ |
| ۲۰۱۷ | خدمات سلامت | بازار محور | کانگ و ژانگ ^۷ |
| ۲۰۱۶ | خدمات بهداشتی | مشتری محور | وانگ و همکاران ^۸ |

با بررسی پیشینه تحقیق در خصوص قیمت گذاری خدمات، به نظرمی رسد با تلفیق روش های مذکور می توان به نتایج مناسب تری دست یافت.

۲-۲- مطالعات تصمیم گیری: مسائل

تصمیم گیری چند معیاره با فرایند تصمیم گیری براساس چند معیار کمی و کیفی یا هدف سروکار دارند. از متداول ترین روش های تصمیم گیری چند معیاره، روش تحلیل سلسه مراتبی است که ساعتی در سال ۱۹۸۰ برای حل مسائل پیچیده، بدون ساختار و دارای چند معیار ارائه کرده است. روش تحلیل شبکه ای شکل توسعه یافته روش تحلیل سلسه مراتبی است که ساعتی ابداعش کرد. این روش قابلیت در نظر گرفتن بازخوردها و وابستگی متقابل میان عناصر یک سلسه مراتبی را دارد. روش فرایند تحلیل شبکه ای، در حوزه های بسیار گسترده ای از جمله تولید، بازاریابی و تجارت، مکان یابی، ارزیابی و انتخاب تأمین کننده

مصرف کنندگان در پی خواهد داشت که به شدت سود فروشنده را کاهش خواهد داد. المغربی و کسکینکاک^۱ (۲۰۱۷)، بین تعیین قیمت اعلام شده (یعنی بنگاه ها قیمت را تنظیم می کنند و مصرف کنندگان آن را «قبول یا رد» می کنند) و تعیین قیمت شراکتی (مانند مزایده و پرداخت به مقداری که می خواهید یعنی خریدار قیمت ها را تعیین می کند)، تمایز شدیدی قائل می شوند. این تحقیق بر تعیین قیمت اعلام شده تمرکز می کند؛ زیرا مصرف کنندگان تعیین قیمت شراکتی را به این دلیل که روی قیمت ها کنترل دارند، بیشتر می پذیرند. کاربال^۲ (۲۰۱۶) قیمت گذاری پویا را در محیط بازارهای رقابتی بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که در بازارهای به شدت رقابتی، قیمت های متغیر آنها را رقابتی تر می کند و در بازارهایی با رقابت کم قیمت های متغیر میزان رقابت را کمتر می کند. ایندوناتس^۳ (۲۰۰۷)، روش های قیمت گذاری را به سه دسته کلی طبقه بندی کرده است: روش های هزینه محور، روش های رقابت محور و روش های مشتری محور. هر یک از این روش ها دارای مزایایی است که در صورت تلفیق این روش ها می توان از مزایای بیشتری بهره مند شد. همچنین در این تحقیق، عوامل مؤثر بر قیمت گذاری خدمات بررسی و بیش از ۳۰ عامل تأثیرگذار مشخص شده است که برخی از آنها عبارت اند از: قیمت تمام شده خدمات، کیفیت، زمان، برند خدمت دهنده، میزان تقاضا و آینده بازار. مطالعاتی که درباره موضوع قیمت گذاری خدمات انجام شده اند، به شرح جدول زیر است:

⁴ Lacey

⁵ Liu et al

⁶ He et al

⁷ Kung and Zhang

⁸ Wang et al

¹ Almaghraby and keskinckak

² Carbal

³ Indounas

دادند؛ همچنین مدل ارائه شده را برای رتبه بندی شرکت های بیمه پیاده سازی کردند. راشید و همکاران^۵ (۲۰۱۴)، مدل تاپسیس فازی بازه‌ای مبتنی بر تصمیم گیری گروهی و اعداد فازی بازه‌ای دوزنقه‌ای ارائه را کردند. با بررسی مطالعات اشاره شده، در می یابیم بیشتر مطالعات در حوزه تعیین قیمت، به حل مسئله قیمت گذاری کالا پرداخته اند و مطالعات معدودی در زمینه قیمت گذاری خدمات شکل گرفته است. همچنین نبود پژوهش درباره تعیین قیمت خدمات با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره، به ویژه تصمیم گیری فازی بازه‌ای نیز مشاهده می شود؛ در صورتی که در عمل مسئله قیمت گذاری خدمات، مسئله تصمیم گیری چندمعیاره‌ای بوده و در تعیین قیمت شاخص های مختلفی تأثیر گذار است. همچنین استفاده از اعداد فازی بازه‌ای در مدل سازی مسائل تصمیم گیری باعث ایجاد نتایج دقیق تری نسبت به مدل سازی مسئله در فضاهای قطعی و عدم قطعیت فازی می شود. بنابراین در این تحقیق از روش تصمیم گیری چندشاخصه شامل ترکیبی از روش های فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای، تاپسیس فازی بازه‌ای برای حل مسئله تعیین قیمت هر فعالیت از مجموعه خدمات آزمایشگاهی شرکت هسا استفاده شده است.

۳- رویکرد پیشنهادی

همانگونه که گفته شد، با تلفیق روش های قیمت گذاری می توان از مزایای روش های تلفیق شده به صورت همزمان بهره مند شد و این کار به دستیابی به قیمت مناسب تر می انجامد. در این تحقیق با توجه به اینکه قیمت خدمات آزمایشگاهی برای خدمات یکسان،

کاربرد دارد. برای مثال لین و همکاران^۱ (۲۰۰۹)، در زمینه بازاریابی و تجارت از این روش برای ارزیابی عملکرد سیستم های هوشمند تجاری در یک شرکت تایوانی استفاده کردند. از ادغام روش فرایند تحلیل شبکه‌ای و روش تاپسیس برای حل بسیاری از مسائل استفاده شده است برای مثال وو و همکاران^۲ (۲۰۱۰)، از ترکیب فرایند تحلیل شبکه‌ای و تاپسیس برای تصمیم گیری و ارزیابی راهبردهای بازاریابی یک هتل خصوصی استفاده کردند.

در دنیای واقعی اکثر تصمیم گیری ها به خصوص در زمینه متغیرهای کیفی و زبانی با عدم قطعیت مواجه است. همچنین در این موارد نمی توانند عقاید خود را به صورت اعداد دقیق بیان کنند. برای غلبه بر چنین عدم قطعیتی در متغیرهای زبانی، در بسیاری از مطالعات از ادغام تئوری فازی و روش های تصمیم گیری برای حل مسائل تصمیم گیری استفاده کرده اند. برای آنت و همکاران از ترکیب فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی و تاپسیس فازی برای حل این مسئله استفاده کردند. گورزلشنی^۳ (۱۹۸۷) برای نخستین بار از مدل مجموعه های فازی بازه‌ای استفاده کرد. کورنلیس و همکاران^۴ (۲۰۰۶)، دلایلی برای استفاده از این اعداد برای غلبه بر عدم قطعیت متغیرهای زبانی و همچنین دلایلی بر ناتوانایی اعداد فازی معمولی برای غلبه بر عدم قطعیت متغیرهای زبانی ارائه کردند. آشتیانی و همکاران (۲۰۰۹)، مدل تاپسیس را با استفاده از مجموعه اعداد فازی بازه‌ای توسعه دادند. وحیدی و همکاران (۲۰۱۵)، روش ترکیبی فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای و روش تاپسیس فازی بازه‌ای را ارائه

¹ Lin et al

² Wu et al

³ Gorzalczany

⁴ Cornelis et al

⁵ Rashid et al

آزمایشگاهی، هزینه نیروی انسانی به کاررفته در انجام آن خدمت با حاصل ضرب عدد به دست آمده در هزینه هر ساعت نیروی انسانی محاسبه می شود. هزینه ماشین آلات نیز به همین صورت محاسبه می شود. پس از تعیین هزینه مواد اولیه مصرفی و جمع کردن آن با هزینه های نیروی انسانی و ماشین آلات، بهای تمام شده خالص به دست می آید و با اضافه کردن درصدی برای هزینه نگهداری و تعمیرات و همچنین هزینه سربار به بهای تمام شده خالص، قیمت تمام شده خدمات به دست می آید. با افزودن درصدی برای حاشیه سود، به بهای تمام شده، قیمت هزینه محرر خدمات به دست می آید.

گام ۲- محاسبه وزن ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای فازی بازه ای (IVF-ANP):

روش فرایند تحلیل شبکه ای یکی از روش های تصمیم گیری چدشاخصه است که برای رتبه بندی نهایی گزینه ها، وابستگی های متقابل بین معیارها را نیز علاوه بر ساختار سلسه مراتبی بین معیارها در نظر می گیرد.

گام ۲-۱- ساخت مدل و تبدیل مسئله به

ساختار شبکه ای: در این مرحله باید مسئله به یک مدل شبکه ای تبدیل شود. این ساختار، می توان شبکه ای را از طریق طوفان مغزها، روش دلفی، یا روش گروه اسمی به دست آورد. این ساختار شبکه ای شامل گروه هایی است که خوشه نامیده می شوند و عناصر درون هر خوشه ممکن است با یک یا تمامی عناصر سایر خوشه ها ارتباط داشته باشند که به این حالت وابستگی بیرونی گفته می شود. همچنین ممکن است عناصر یک خوشه نیز بین خودشان اثر متقابل داشته باشند که به این حالت وابستگی درونی گفته می شود.

گام ۲-۲- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و

تعیین بردار وزنی: در این مرحله باید مجموعه ای از مقایسات زوجی دیگری نیز با توجه به ساختار شبکه ای و

بسیار متفاوت است و قیمت آزمایشگاه های مختلف با وجود استفاده از تجهیزات یکسان، با یکدیگر بسیار متفاوت است، به منظور دستیابی به یک قیمت مناسب و منطقی از تلفیق روش هزینه محور و بازار محور استفاده می شود.

روش پیشنهادی این مقاله شامل سه مرحله اصلی است: مرحله اول، شامل تعیین قیمت هزینه محور برای خدمات است. به منظور تعیین قیمت هزینه محور، بهای تمام شده خدمات مورد نظر با استفاده از روش هزینه یابی بر مبنای فعالیت^۱ (ABC) محاسبه می شود و پس از افزودن درصدی برای حاشیه سود، قیمت هزینه محور خدمات به دست می آید. در روش هزینه یابی بر مبنای فعالیت مواردی از قبیل هزینه نیروی انسانی و استهلاک سرمایه در نظر گرفته می شود. در مرحله دوم، وزن شاخص ها با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه ای فازی بازه ای محاسبه می شود. مرحله سوم تعیین قیمت هایی است که با تلفیق قیمت هزینه محور خدمات و قیمت ارائه شده رقبا به دست می آید. در این مرحله، گزینه ها همان قیمت ها هستند که وزن آنها با استفاده از روش تاپسیس فازی بازه ای محاسبه می شود. تعیین قیمت نهایی نیز با ضرب وزن گزینه ها در نسبت قیمت به وزن به دست می آید.

گام ۱- تعیین قیمت هزینه محور: برای تعیین

قیمت هزینه محور، ابتدا بهای تمام شده خدمات با استفاده از روش هزینه یابی بر مبنای فعالیت تعیین می شود. براساس این روش، عوامل اصلی مؤثر بر بهای تمام شده عبارت اند از: نیروی انسانی، ماشین آلات و تجهیزات و مواد اولیه مصرفی. پس از تعیین میزان ساعت استفاده شده برای انجام هر یک از خدمات

¹ Activity Based Cost

سلسله‌مراتبی بین معیارها به کمک خبرگان انجام گیرد. از آنجاکه در مدل پیشنهادی اطلاعات ورودی به صورت متغیرهای زبانی است، با استفاده از جدول (۲) به اعداد فازی بازه‌ای مثلثی تبدیل می‌شوند.

جدول ۲- مقیاس فازی بازه‌ای برای متغیرهای زبانی در روش IVF-ANP

| متغیر زبانی | مقیاس فازی بازه‌ای |
|----------------------------|-----------------------------------|
| اهمیت برابر (VL) | $[(0,0,0); 0,05; (0,15, 0,2)]$ |
| اهمیت متوسط (MI) | $[(0,05, 0,1); 0,15; (0,3, 0,4)]$ |
| اهمیت زیاد (SI) | $[(0,05, 0,2); 0,35; (0,5, 0,6)]$ |
| اهمیت بسیار زیاد (VSI) | $[(0,3,0,4); 0,55; (0,7,0,8)]$ |
| اهمیت فوق‌العاده زیاد (EI) | $[(0,5,0,6); 0,75; (0,85,1)]$ |

باید توجه داشت که متخصصان با استفاده از اعداد فازی بازه‌ای، می‌توانند حد بالا و پایین را به جای یک بازه در نظر گیرند. همچنین در تصمیم‌گیری گروهی با k تصمیم‌گیرنده اهمیت گزینه‌ها و رتبه‌بندی گزینه‌ها مربوط به هر یک از معیارها با استفاده از روابط زیر به دست می‌آید:

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

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

می‌شود؛ که این عدد فازی بازه‌ای به صورت $\tilde{x} = [(x_1, x_1'); x_2; (x_3', x_3)]$ هست؛ بنابراین ماتریس مقایسات فازی بازه‌ای مثلثی $n \times m$ به صورت معادله (۳) نشان داده می‌شود.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} [(1,1); 1; (1,1)] & [(a_{112}, a'_{112}); a_{212}; (a'_{312}, a_{312})] & \dots & [(a_{11n}, a'_{11n}); a_{21n}; (a'_{31n}, a_{31n})] \\ [(\frac{1}{a_{312}}, \frac{1}{a'_{312}}); \frac{1}{a_{212}}; (\frac{1}{a'_{112}}, \frac{1}{a_{112}})] & [(1,1); 1; (1,1)] & \dots & [(a_{12n}, a'_{12n}); a_{22n}; (a'_{32n}, a_{32n})] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [(\frac{1}{a_{31n}}, \frac{1}{a'_{31n}}); \frac{1}{a_{21n}}; (\frac{1}{a'_{11n}}, \frac{1}{a_{11n}})] & [(\frac{1}{a_{32n}}, \frac{1}{a'_{32n}}); \frac{1}{a_{22n}}; (\frac{1}{a'_{12n}}, \frac{1}{a_{12n}})] & \dots & [(1,1); 1; (1,1)] \end{bmatrix} \quad (3)$$

اگر $\tilde{X} = [x_{ij}]_{n \times m}$ یک ماتریس تصمیم برای مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره باشد، آن‌گاه A_1, A_2, \dots, A_n و n گزینه احتمالی، C_1, C_2, \dots, C_m معیار هستند؛ بنابراین عملکرد گزینه A_j مربوط به معیار C_j با \tilde{x}_{ij} نشان داده می‌شود. \tilde{x}_{ij} و \tilde{w}_{ij} به صورت اعداد فازی بازه‌ای، به شکل $\tilde{x} = [(x_1, x_1'); x_2; (x_3', x_3)]$ نمایش داده می‌شوند.

معادلات (۱) و (۲) میانگین \tilde{x}_{ij} و \tilde{w}_{ij} به دست آمده از نظر خبرگان را نشان می‌دهند؛ که علامت (+) نشان‌دهنده جمع است و از آنجاکه اعداد به کاررفته، اعداد فازی بازه‌ای هستند، نتایج حاصل به صورت اعداد فازی بازه‌ای است. ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از اعداد فازی بازه‌ای مثلثی ایجاد

گام ۲-۳- تشکیل سوپرماتریس اولیه: در این

مرحله برای تعیین وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها تمامی بردارهای وزنی محلی به دست آمده از مقایسات زوجی باید در یک ماتریس بخش بندی شده به نام سوپرماتریس قرار داده شود که هر کدام از بخش های این ماتریس نشان دهنده ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم است (معادله ۶). (۶)

$$W = \begin{matrix} \text{Goal} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & w_{22} & 0 & 0 \\ 0 & w_{32} & w_{33} & 0 \\ 0 & 0 & w_{43} & I \end{bmatrix} \\ \text{Criteria} & \\ \text{Sub Criteria} & \\ \text{Alternative} & \end{matrix}$$

در این معادله W_{21} نشان دهنده تأثیر معیارها بر روی هدف، W_{22} نماینده تأثیر معیارها بر معیارها، W_{32} تأثیر زیرمعیارها بر معیارها، W_{33} تأثیر زیرمعیارها بر روی زیرمعیارها و W_{43} نشان دهنده تأثیر گزینه ها بر معیارهاست.

گام ۲-۴- تشکیل سوپرماتریس وزنی: در این

مرحله سوپرماتریس به دست آمده باید به سوپرماتریس وزنی تبدیل شود. برای به دست آوردن سوپرماتریس موزون هر یک از عناصر خوشه های ستونی سوپرماتریس ناموزون در بردار اهمیت نسبی آن خوشه باید ضرب شود. سوپرماتریس موزون به دست آمده تصادفی / احتمالی است؛ یعنی جمع عناصر ستونی آن یک است. در این مرحله، بردارهای وزنی مربوط به هر یک از فاکتورهای ریسک به دست می آید که نشان دهنده وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها با توجه به اثر متقابل بین آنهاست.

گام ۳- تعیین قیمت: در این مرحله در ابتدا وزن

گزینه ها یا استفاده از تاپسیس فازی بازه ای بدست می آید و در نهایت با ضرب وزن گزینه ها در نسبت

عصر a_{mn} گویای مقایسه عضو m (عصر سطر) و عضو n (عصر ستون) است. اگر \tilde{A} یک ماتریس مقایسات زوجی باشد، فرض می شود که معکوس پذیر است و مقدار معکوس عنصر a_{mn} برابر با $1/a_{mn}$ است. روش های مختلفی برای محاسبه درجه اولویت فازی وجود دارد. اگر \tilde{W}_i به صورت $W = [(w_{1i}, w'_{1i}); w_{2i}; (w'_{3i}, w_{3i})]$ باشد که $i = 1, 2, \dots, n$ در ماتریس مقایسات زوجی، گویای اهمیت نسبی عضو سطر i نسبت به عضو ستون j است (یعنی $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$). یکی از این روش ها، روش حداقل مربعات لگاریتمی است که ون لارهوون و پدريز^۱ (۱۹۸۳) ارائه کرده اند. در این روش وزن محلی معیارها و زیرمعیارها به صورت اعداد فازی بازه ای محاسبه می شود. با توجه به هدف روش پیشنهادی وزن های استفاده شده در روش تاپسیس فازی بازه ای فقط می توانند به صورت اعداد فازی بازه ای باشند؛ بنابراین در این مقاله برای محاسبه وزن شاخص ها در ماتریس مقایسات زوجی از روش حداقل مربعات لگاریتمی استفاده می شود؛ همچنین اعداد استفاده شده در این روش اعداد فازی بازه ای است. در روش IVF-ANP وزن نهایی معیارها با توجه به اثر متقابل بین معیارها محاسبه می شود. محاسبه وزن ها در روش حداقل مربعات لگاریتمی بازه ای فازی به صورت زیر است (معادله ۴ و ۵):

$$\tilde{W}_k = [(w_{1k}, w'_{1k}); w_{2k}; (w'_{3k}, w_{3k})] \quad (4)$$

$$[(w_{1k}, w'_{1k}); w_{2k}; (w'_{3k}, w_{3k})] = \frac{1}{\prod_{j=1}^n [(a_{1kj}, a'_{1kj}); a_{2kj}; (a'_{3kj}, a_{3kj})]^n} \sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n [a_{2ij}]) \quad (5)$$

¹ Van Laarhoven and Pedryez

نشان دهنده معیارها و شاخص‌های قیمت گذاری است. اعداد درون این ماتریس، میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها در گزینه‌هاست که به کمک خبرگان و کارشناسان با استفاده از جدول (۳) به دست می‌آید.

قیمت به وزن گزینه‌ها قیمت نهایی کالا یا خدمت مورد نظر محاسبه می‌شود. با استفاده از این روش می‌توان قیمت خدمات مختلف آزمایشگاهی را تعیین نمود.

گام ۳-۱- تعیین ماتریس تصمیم: در این ماتریس، سطرها نشان دهنده گزینه‌ها و ستون‌ها

جدول (۳) مقیاس تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی بازه‌ای در روش تاپسیس فازی بازه‌ای

| متغیر زبانی | اعداد فازی بازه‌ای |
|------------------|--------------------------|
| خیلی کم (VL) | [(0,0);0; (1,1,5)] |
| کم (L) | [(0,0,5);1; (2,5, 3,5)] |
| نسبتاً کم (ML) | [(0,1,5);3; (4,5, 5,5)] |
| متوسط (M) | [(2,5,3,5);5; (6,5,7,5)] |
| نسبتاً زیاد (MH) | [(4,5,5,5);7; (8,9,5)] |
| زیاد (H) | [(5,5,7,5);9; (9,5,10)] |
| بسیار زیاد (VH) | [(8,5,9,5);10; (10,10)] |

ماتریس تصمیم گیری به صورت زیر نرمال می‌شود:

گام ۳-۲- نرمال سازی ماتریس تصمیم: اعداد

فازی بازه‌ای $\tilde{X}_{ij} = [(a_{ij}, a'_{ij}); b_{ij}; (c'_{ij}, c_{ij})]$ در

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x^+_{ij}} = [(\frac{a_{ij}}{a^+_{ij}}, \frac{a'_{ij}}{a'^+_{ij}}); \frac{b_{ij}}{b^+_{ij}}; (\frac{c'_{ij}}{c'^+_{ij}}, \frac{c_{ij}}{c^+_{ij}})] \\ \frac{x^-_{ij}}{x_{ij}} = [(\frac{a^-_{ij}}{a_{ij}}, \frac{a'^-_{ij}}{a'_{ij}}); \frac{b^-_{ij}}{b_{ij}}; (\frac{c'^-_{ij}}{c'_{ij}}, \frac{c^-_{ij}}{c_{ij}})] \end{cases} \quad (7)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

به دست آوریم: $\tilde{v} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ که $\tilde{v} = [\tilde{r}_{ij} \times \tilde{w}_j]$ است. ضرب این دو عدد فازی بازه‌ای به صورت زیر نشان داده می‌شود:

گام ۳-۳- محاسبه ماتریس تصمیم گیری

وزنی: با توجه به اهمیت متفاوت معیارها ما می‌توانیم ماتریس تصمیم گیری فازی نرمال شده را به صورت زیر

$$\tilde{v}_{ij} = [(r_{1ij} \times w_{1j}, r'_{1ij} \times w_{1j}), r_{2ij} \times w_{2j}, (r'_{3ij} \times w_{3j}, r_{3ij} \times w_{3j})] = [(g_{ij}, g'_{ij}), h_{ij}, (l'_{ij}, l_{ij})] \quad (8)$$

ایده آل منفی (A^-) تعیین می‌شود (معادله ۹ و ۱۰).

$$A^+ = [1, 1, \dots, 1] \quad (9)$$

گام ۳-۴- تعیین گزینه ایده آل مثبت و

منفی: در این مرحله راه حل ایده آل مثبت (A^+) و

مثبت A^+ و ایده آل منفی A^- با استفاده معادلات (۱۱) و (۱۲) به دست می آید.

$$A^- = [0, 0, \dots, 0] \quad (10)$$

گام ۳-۵-: تعیین فاصله از ایده آل مثبت و ایده آل منفی: در اینجا فاصله گزینه‌ها از ایده آل

$$D^-(\tilde{N}, \tilde{M}) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[\sum_{i=1}^3 (N_{xi}^- - M_{xi}^-)^2 \right]} \quad (11)$$

$$D^+(\tilde{N}, \tilde{M}) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[\sum_{i=1}^3 (N_{xi}^+ - M_{xi}^+)^2 \right]} \quad (12)$$

ایده آل مثبت با استفاده از روابط زیر محاسبه می شود:

از آنجا که $D^+(\tilde{N}, \tilde{M})$ و $D^-(\tilde{N}, \tilde{M})$ مقیاس

فاصله اولیه و ثانویه هستند. بنابراین فاصله گزینه‌ها از

$$D_{i1}^+ = \sum_{j=1}^m \sqrt{\frac{1}{3} [(g_{ij} - 1)^2 + (h_{ij} - 1)^2 + (l'_{ij} - 1)^2]} \quad (13)$$

$$D_{i2}^+ = \sum_{j=1}^m \sqrt{\frac{1}{3} [(g'_{ij} - 1)^2 + (h_{ij} - 1)^2 + (l_{ij} - 1)^2]} \quad (14)$$

به طور مشابه فاصله گزینه‌ها از ایده آل منفی از رابطه زیر به دست می آید:

$$D_{i1}^- = \sum_{j=1}^m \sqrt{\frac{1}{3} [(g_{ij} - 0)^2 + (h_{ij} - 0)^2 + (l_{ij} - 0)^2]} \quad (15)$$

$$D_{i2}^- = \sum_{j=1}^m \sqrt{\frac{1}{3} [(g'_{ij} - 0)^2 + (h_{ij} - 0)^2 + (l'_{ij} - 0)^2]} \quad (16)$$

به دست می آید که برای این کار از روابط زیر استفاده می شود:

گام ۳-۶- تعیین نزدیکی نسبی گزینه‌ها به

راه حل ایده آل: در این مرحله، نزدیکی نسبی هر

یک از گزینه‌ها از راه حل ایده آل مثبت و ایده آل منفی

$$RC_1 = \frac{D_{i2}^-}{D_{i2}^+ + D_{i2}^-} \quad RC_2 = \frac{D_{i1}^-}{D_{i1}^+ + D_{i1}^-} \quad (17)$$

ارزش نهایی RC^* به صورت زیر محاسبه می شود:

$$RC^* = \frac{RC_1 + RC_2}{2} \quad (18)$$

هریک از گزینه‌ها به دست می آید.

گام ۳-۷- محاسبه وزن گزینه‌ها: با

وزنی کردن عدد فوق برای هر کدام از گزینه‌ها وزن

$$W_j = \frac{RC_j^*}{\sum_j RC_j^*} \quad (19)$$

تأثیرگذار بر قیمت گذاری و همچنین قیمت‌های ارائه شده رقبا برای این نوع خدمات است. خدمات مختلفی در بخش آزمایشگاهی شرکت‌ها انجام می‌شود که در این مقاله به دلیل تنوع بالای خدمات، برای نمونه فعالیت‌های مربوط به واحد کالیبراسیون خطی بررسی می‌شود. گفتنی است که روش ارائه شده، برای کلیه خدمات آزمایشگاهی قابل استفاده است؛ ولی به دلیل نیاز به صرف زمان، این روش به صورت نمونه فقط برای خدمات کالیبراسیون خطی استفاده شده است. مقایسه شرکت‌ها و رقبا برای قیمت گذاری خدمات بر مبنای معیارهای مختلفی صورت می‌گیرد. با توجه به مطالعات گسترده به نظر می‌رسد تاکنون معیارهای زیادی برای بررسی خدمات آزمایشگاهی در شرکت‌های گوناگون ارائه نشده است. در مقاله‌های گذشته که در زمینه تعیین قیمت کمی انجام گرفته از معیارهای متفاوتی در طراحی مدل‌ها استفاده شده است. در این مقاله از معیارهای تصمیم‌گیری ارائه شده در پیشینه تحقیق و خبرگان صنعت و دانشگاه، برای معیارهای مسئله استفاده شده است. وزن این معیارها با روش فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای محاسبه شده است. گزینه‌های بررسی شده در رویکرد استفاده شده شرکت‌ها و شش رقیب این شرکت هستند که محصولات و خدمات مشابهی را ارائه می‌دهند. وزن این رقبا با تاپسیس فازی بازه‌ای محاسبه می‌شود. رویکرد پیشنهادی برای تعیین قیمت فعالیت‌های مربوط به واحد کالیبراسیون خطی شرکت‌ها به صورت زیر است:

گام ۱- تعیین قیمت هزینه‌محور: پس از تعیین نیروی انسانی، ماشین‌آلات و تجهیزات و مواد اولیه استفاده شده در انجام هر یک از خدمات و اضافه کردن هزینه نگهداری و تعمیرات و سربار، قیمت تمام شده

گام ۳-۸- تعیین نسبت قیمت به وزن: برای تعیین وزن کلی محصولات یا خدمات بررسی شده از یک نسبت مقایسه‌ای قیمت بازار محصول یا خدمت که هنوز تعیین شده با وزن آن استفاده می‌شود. این نسبت یا عنوان نسبت قیمت به وزن شناخته می‌شود که براساس از روش آندار و کالبر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$r = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} v_j}{\sum_{j=1}^{n-1} w_j} \quad (20)$$

که $n-1$ نشان دهنده تعداد رقبایی است که محصول یا خدمت مشابهی ارائه می‌دهند؛ به استثنای شرکتی که قرار است قیمت محصول یا خدمت مطالعه که قرار است آن را تعیین کنیم. v_j نشان دهنده قیمت ارائه شده j امین رقیب است که در بازار ارائه شده است. w_j وزن j امین رقیب است که در مرحله قبل به دست آمده است. فرمول محاسبه r را می‌توان با استفاده میانگین حسابی نسبت هریک از رقبا که $r_i = \frac{v_i}{w_i}$ نامیده می‌شود، بر اساس روش مقاله آندار و همکاران به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$r = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} r_j}{n-1} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} \frac{v_j}{w_j}}{n-1} \quad (21)$$

گام ۳-۹- محاسبه قیمت نهایی محصول یا خدمت: با استفاده از نسبت r و وزن به دست آمده از مراحل قبل قیمت بازار محصول یا خدمت مطالعه شده را با ضرب وزن در نسبت r به دست می‌آوریم:

$$v_n = r \times w_n \quad (22)$$

۴- مطالعه موردی

هدف این مقاله محاسبه قیمت بازار خدمات آزمایشگاهی شرکت هواپیمایی‌ها با توجه به معیارهای

گام ۳-۱- تعیین ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم گیری با استفاده از نظر خبرگان در جدول (۶) نشان داده شده است.

گام ۳-۲- نرمال سازی ماتریس تصمیم

گام ۳-۳- محاسبه ماتریس تصمیم گیری وزنی

گام ۳-۴- تعیین گزینه ایده آل مثبت و منفی

$$A^+ = [1, 1, \dots, 1] \quad A^- = [0, 0, \dots, 0]$$

گام ۳-۵- تعیین فاصله از ایده آل مثبت و ایده آل منفی: جدول (۷)

گام ۳-۶- تعیین نزدیکی نسبی گزینه ها به گزینه حل ایده آل: جدول (۷)

گام ۳-۷- محاسبه وزن گزینه ها: جدول (۷)

گام ۳-۸- تعیین نسبت قیمت به وزن: جدول (۷)

گام ۳-۹- محاسبه قیمت نهایی محصول یا خدمت: جدول (۷)

خدمات به دست می آید. قیمت هزینه محور نیز با افزودن درصدی برای حاشیه سود، به بهای تمام شده محاسبه می شود.

گام ۲- محاسبه وزن ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه ای فازی بازه ای (IVF-ANP):

گام ۲-۱- ساخت مدل و تبدیل مسئله به ساختار شبکه ای: پس از تعیین مهم ترین عوامل با نظرسنجی از کارشناسان با استفاده روش مصاحبه و طوفان فکری، مدل شبکه ای برای این مدل شبکه ای در شکل (۱) ارائه شده است.

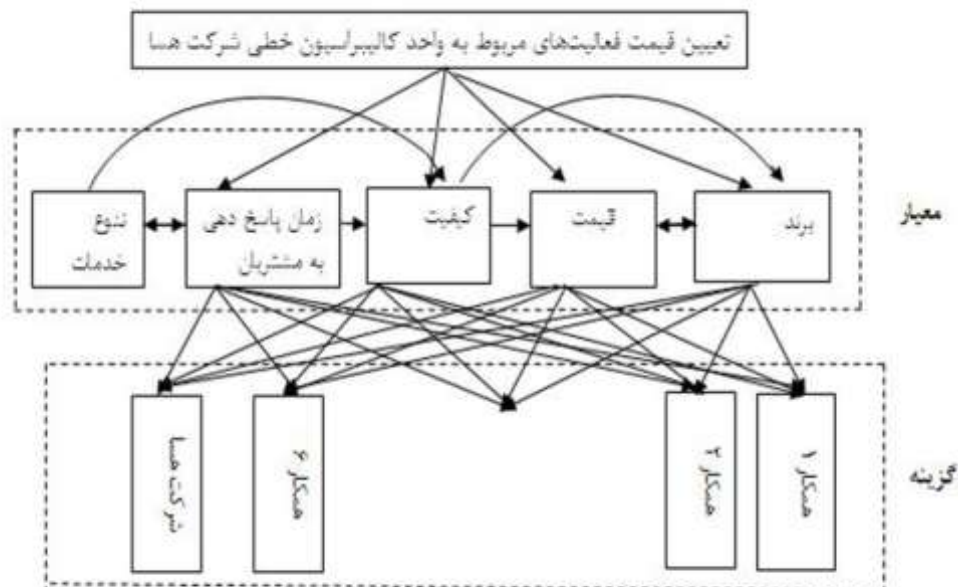
گام ۲-۲- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و تعیین بردار وزنی: مقایسات زوجی معیارها نسبت به هدف برای نمونه در جدول (۴) نشان داده شده است.

گام ۲-۳- تشکیل سوپر ماتریس اولیه

گام ۲-۴- تشکیل سوپر ماتریس وزنی: وزن فازی

بازه ای معیارها در جدول (۵) نشان داده شده است.

گام ۳- تعیین قیمت:



شکل (۱) مدل شبکه ای

جدول (۴) مقایسات زوجی معیارها نسبت به هدف

| هدف | کیفیت | قیمت | برند | زمان پاسخ | تنوع خدمات |
|------------|-------|------------|------------|------------|-------------|
| کیفیت | 1 | MI, MI, VL | MI, SI, MI | MI, MI, MI | SI, SI, VSI |
| قیمت | | 1 | MI, SI, SI | MI, VL, MI | SI, SI, SI |
| برند | | | 1 | VL, VL, VL | SI, SI, VSI |
| زمان پاسخ | | | | 1 | SI, SI, SI |
| تنوع خدمات | | | | | 1 |

جدول (۵) وزن معیارها

| معیار | وزن فازی بازه‌ای |
|------------|--|
| کیفیت | [(0,0297,0,1301);0,3096; (0,6076, 0,9192)] |
| قیمت | [(0,0093,0,0138);0,0219; (0,0563, 0,1334)] |
| برند | [(0,0046,0,0096);0,0202; (0,0474, 0,227)] |
| زمان پاسخ | [(0,086,0,1796);0,3357; (0,7314, 1,2352)] |
| تنوع خدمات | [(0,1116,0,167);0,3127; (0,4466, 0,8166)] |

جدول (۶) ماتریس تصمیم

| گزینه | کیفیت | قیمت | برند | زمان پاسخ | تنوع خدمات |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| همکار ۱ | VH, VH, VH | MH, MH, VH | M, MH, MH | VH, MH, MH | MH, MH, MH |
| همکار ۲ | ML, M, M | M, M, M | H, MH, MH | ML, ML, M | M, M, H |
| همکار ۳ | MH, VH, M | MH, VH, M | ML, ML, ML | ML, ML, ML | ML, ML, MH |
| همکار ۴ | M, MH, M | M, M, M | ML, ML, ML | ML, M, M | M, M, M |
| همکار ۵ | H, MH, MH | MH, VH, VH | MH, MH, VH | M, M, MH | M, MH, MH |
| همکار ۶ | MH, MH, M | MH, M, H | ML, ML, M | VH, MH, MH | M, M, H |
| شرکت حسا | MH, M, H | M, MH, MH | M, M, M | ML, M, H | VH, MH, M |

جدول (۷) محاسبه قیمت نهایی شرکت هسا

| گزینه | $[D_{i1}^+, D_{i2}^+]$ | $[D_{i1}^-, D_{i2}^-]$ | بازه نزدیکی نسبی | وزن گزینه ها | نسبت قیمت به وزن | قیمت بازار | قیمت نهایی |
|----------|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------|---------------------|
| همکار ۱ | [۱۵,۹۳,۱,۷۵] | [۱,۲۳,۰,۴۷۹] | [۰,۰۷۲,۰,۲۱۵] | ۰,۱۴۳ | ۰,۱۰۷ | ۱۹۰۰۰ | |
| همکار ۲ | [۱۴,۰۹۴,۲۲,۳۳] | [۱,۴۲۸,۲,۴۳] | [۰,۰۹۲,۰,۰۹۸] | ۰,۰۹۵ | ۰,۰۷۳ | ۱۲۵۰۰ | |
| همکار ۳ | [۱۲,۸۸,۴,۰۲۶] | [۱,۵۴۴,۴,۳۳] | [۰,۱۰۷,۰,۵۱۸] | ۰,۳۱۲ | ۰,۲۳۳ | ۴۲۰۰۰ | |
| همکار ۴ | [۲,۶۶,۲,۲۹۶] | [۱,۲۹۸,۱,۵۲۴] | [۰,۳۲۸,۰,۳۹۹] | ۰,۳۶۳ | ۰,۲۷۱ | ۵۰۰۰۰ | |
| همکار ۵ | [۲,۱۹۷,۰,۰۰۲۳] | [۰,۱۷۸,۰,۰۰۰۷] | [۰,۰۷۵,۰,۲۲۵] | ۰,۳۶۳ | ۰,۱۱۲ | ۲۰۰۰۰ | |
| همکار ۶ | [۱۰,۳۶,۱,۸۷] | [۱,۰۸۷,۰,۴۰۶] | [۰,۰۹۵,۰,۱۷۸] | ۰,۱۳۷ | ۰,۱۰۲ | ۱۸۰۰۰ | |
| شرکت هسا | [۶,۷۱۵,۱,۳۹] | [۱,۳۹,۰,۲۳۶] | [۰,۱۳۴,۰,۱۴۵] | ۰,۱۳۹ | ۰,۱۰۴ | | ۱۷۸۹۰۴,۶ ۱۸۶۰۶,۱ |

نتایج به دست آمده دقیق تر است. شاخص برازندگی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$I_s = \frac{Z' - Z}{Z'} = 1 - \frac{Z}{Z'} \quad (23)$$

در معادله (۲۳) Z مجموع قدر مطلق اختلاف نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی و مقادیر بازار است. معادله (۲۴) و Z' قدر مطلق مقادیر واقعی بازار از میانگین مقادیر بازار است معادله (۲۵). هرچه شاخص برازندگی به صد درصد نزدیک تر باشد، نتایج به دست آمده دقیق تر است؛ یعنی هرچه مقادیر تخمین زده شده در روش پیشنهادی نسبت به میانگین به واقعیت نزدیک تر باشد، نتایج تخمین دقیق تری از واقعیت نسبت به روش میانگین می زنند.

$$Z = \sum_{i=1}^{n-1} |v_i - w_i r| \quad (24)$$

$$Z' = \sum_{i=1}^{n-1} |v_i - \bar{v}| \quad (25)$$

$$\bar{v} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{v_i}{n-1}$$

نتایج حاصل از اعتبارسنجی در جدول (۸) نشان داده شده است.

وزن پنج معیار انتخاب شده برای مقایسه گزینه های مختلف با مقایسه زوجی این معیارها به دست آمده است که نتایج مقایسات زوجی در جدول (۴) مشاهده می شود. جدول (۵) وزن فازی به دست آمده برای معیارها را نشان می دهد که بر اساس مقایسات زوجی انجام شده در جدول قبلی محاسبه شده است. در جدول (۶) مقایسه زوجی گزینه ها بر اساس معیارهای پنجگانه نشان می شود. قیمت نهایی در جدول (۷) آمده است. در این جدول قیمت رقبا با استعلام از آزمایشگاه های همکار به دست آمده و قیمت شرکت هسا نیز، قیمت هزینه محوری است که در گام اول محاسبه شده است.

۵- اعتبارسنجی

برای اعتبارسنجی نتایج به دست آمده از شاخص برازندگی ($I_s \%$) معرفی شده در تحقیق آذنار و همکاران (۲۰۱۰) استفاده شده است^۱. این شاخص نتایج به دست آمده از روش پیشنهادی را با نتایج روش هایی که قیمت را با استفاده از ارزش واقعی بازار تخمین می زنند (مانند میانگین ارزش بازار)، مقایسه می کند.

¹ Aznar et al (2010).

جدول (۸) اعتبارسنجی

| گزینه | ارزش واقعی بازار V | $r \times W$ | $ v - w r $ | میانگین ارزش بازار \bar{v} | $ \bar{v} - v $ | $I_s \%$ |
|---------|----------------------|--------------|--------------|------------------------------|-----------------|----------|
| همکار ۱ | ۱۹۰۰۰ | ۱۹۱۴۲٫۸ | ۱۴۲٫۷۹ | ۲۶۹۱۶٫۶۷ | ۷۹۱۶٫۶۷ | ۹۶٫۰۷ |
| همکار ۲ | ۱۲۵۰۰ | ۱۲۷۰۲٫۲۳ | ۲۰۲٫۲۲ | ۲۶۹۱۶٫۶۷ | ۱۴۴۱۶٫۶۷ | |
| همکار ۳ | ۴۲۰۰۰ | ۴۱۶۸۴٫۷۸ | ۳۱۵٫۲۲ | ۲۶۹۱۶٫۶۷ | ۱۵۰۸۳٫۳۳ | |
| همکار ۴ | ۵۰۰۰۰ | ۴۸۴۸۳٫۱۶ | ۱۵۱۶٫۸۴ | ۲۶۹۱۶٫۶۷ | ۲۳۰۸۳٫۳۳ | |
| همکار ۵ | ۲۰۰۰۰ | ۲۰۰۳۷٫۳۲ | ۳۷٫۳۲ | ۲۶۹۱۶٫۶۷ | ۶۹۱۶٫۶۷ | |
| همکار ۶ | ۱۸۰۰۰ | ۱۸۲۴۸٫۲۷ | ۲۴۸٫۲۷ | ۲۶۹۱۶٫۶۷ | ۸۹۱۶٫۶۷ | |
| | | | $Z = ۲۴۶۲٫۶$ | | $Z' = ۷۶۳۳۳٫۳۳$ | |

فضای قطعیت مقایسه می شود که در جدول (۹) نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده دقت بیشتر رویکرد پیشنهادی نسبت این دو روش و تأثیر گذاری عدم قطعیت فازی بازه‌ای و اثر متقابل بین معیارها بر نتایج حاصل از مدل است.

جدول (۹) مقایسه رویکرد پیشنهادی با سایر روش‌ها

| روش | فرایند تحلیل سلسه مراتبی | حل مدل در فضای قطعی | مدل پیشنهادی |
|---------------|--------------------------|---------------------|--------------|
| قیمت پیشنهادی | ۲۰۳۰۰ | ۱۹۲۳۱ | ۱۸۶۰۶٫۰۸ |
| شاخص برازندگی | ٪۸۵٫۱۳ | ٪۸۸٫۲۱ | ٪۹۶٫۰۷ |

موارد قضاوت افراد مختلف دارای ابهاماتی است، در نظر گرفتن عدم قطعیت در این مدل‌ها بسیار اثربخش است و جواب‌های دقیق تری را در پی دارد. در این مقاله ترکیبی از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای و تاپسیس فازی بازه‌ای برای تعیین قیمت خدمات آزمایشگاهی شرکت هواپیمایی هسا با توجه به معیارهای تأثیر گذار بر قیمت گذاری و قیمت‌های ارائه شده رقبا برای این نوع خدمات استفاده شده است. با نظر سنجی از خبرگان و بررسی پیشینه، ۵ معیار تأثیر گذار بر تعیین قیمت شناسایی شد. وزن این معیارها با روش فرایند

نتایج حاصل از اعتبارسنجی شاخص برازندگی را ۹۶٫۰۷ درصد نشان می دهد که گویای دقت بسیار زیاد نتایج رویکرد پیشنهادی است.

در بخش دوم، اعتبارسنجی نتایج حاصل از مدل را با روش فرایند تحلیل سلسه مراتبی و حل مدل بدون در

۶- نتیجه گیری

تعیین قیمت خدمات به مدیران کمک می کند تا مناسب ترین قیمت را برای خدمات انتخاب کنند. در این پژوهش، نخست منابع نظری موضوع بررسی شده و با توجه به اینکه تعیین قیمت دارای ساختار غیر قطعی و شاخص‌های چندگانه است، به کارگیری روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره از زمینه‌های مناسب است. با توجه به اینکه در روش‌های تصمیم گیری اعداد استفاده شده از راه نظرات و قضاوت‌های افراد مختلف به دست می آید و همچنین با توجه به اینکه در برخی از

- Soft Computing*, 9, 457–461.
4. Aznar, J. & Caballer, V. (2005) "An application of the analytic hierarchy process method in farmland appraisal", *Span J Agric Res*, 3(1), 17–24.
 5. Aznar, J., Ferrís-Oñate J., & Guijarro F. (2010). An ANP framework for property pricing combining quantitative and qualitative attributes. *Journal of the Operational Research Society*, 61(5), 740-755.
 6. Cabral, L., (2016) "Dynamic pricing in customer markets with switching costs. *Review of Economic Dynamics*, 20(4), 43-62.
 7. Cornelis, C., Deschrijver, G., & Kerre, E. E. (2006). Advances and challenges in interval-valued fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*, 157, 622–627.
 8. Elmaghraby, W. & Keskinocak, P. (2003) "Dynamic pricing in the presence of inventory considerations: Research overview, current practices, and future directions", *Management Science*, 49(10), 1287-1309.
 9. Gorzalczy, M. B. (1987) "A method of inference in approximate reasoning based on interval-valued fuzzy sets", *Fuzzy Sets and Systems*, 21, 1–17.
 10. Grattan-Guinness, I. (1976) "Fuzzy membership mapped onto intervals and many-valued quantities" *Mathematical Logic Quarterly*, 22(1), 149-160.
 11. Haws, K. L., & Bearden, W. O. (2006), "Dynamic pricing and consumer fairness perceptions" *Journal of Consumer Research*, 33(3), 304-311.
 12. He, Y., Wang, S. Y., & Lai, K. K. (2010) "An optimal production-inventory model for deteriorating items with multiple-market demand." *European Journal of Operational Research*, 203(3), 593-600.
 13. He, F., Wang, X., Lin, X., Tang, X. (2018) "Pricing and penalty/compensation strategies of a taxi hailing platform", *Transportation Research Journal*, 86(11), 263-279.

تحلیل شبکه‌ای فازی بازه‌ای محاسبه شده است. گزینه‌های این مدل شرکت هسا و شش شرکت همکار است که با استفاده از روش تاپسیس فازی بازه‌ای وزن گزینه‌ها محاسبه شده است. نسبت قیمت با استفاده از روش معرفی شده در مقاله اذنار و همکاران محاسبه و قیمت پیشنهادی از ضرب وزن خدمات شرکت هسا در این نسبت محاسبه شده است. نتایج قیمت پیشنهادی ۱۸۶۰۶،۰۸ برای فعالیت‌های مربوط به واحد کالیراسیون خطی شرکت هسا را پیشنهاد می‌دهد. با توجه به اینکه شاخص برازندگی $I_s \%$ معرفی شده در مقاله اذنار و همکاران، ۹۶،۰۷ را نشان می‌دهد، دقت و اعتبار نتایج تأیید می‌شود. تفکیک خدمات مختلف و تلفیق روش‌های هزینه‌محور و مشتری‌محور برای خدمات آزمایشگاهی که رقابت بین همکاران مختلف برای جذب مشتریان جدید زیاد است، موضوعی برای مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱. اصولی قره‌آغاجی، شیرین؛ صنایعی، علی و سعیدآبادی، محمدرضا (۱۳۹۵). «ارائه مدل توسعه یافته تأثیر عامل فرهنگ الکترونیکی در تنظیم بازار و قیمت‌گذاری کالا و خدمات»، *فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین*، ۲۲، ۶۶–۵۳.
2. Anderson, E. T. & Simester, D. I. (2008) "Research note-does demand fall when customers perceive that prices are unfair the case of premium pricing for large sizes", *Marketing Science*, 27(3), 492-500.
3. Ashtiani, B., Haghghirad, F., Makui, A., & Montazer, G (2009) "Extension of fuzzy TOPSIS method based on interval-valued fuzzy sets", *Applied*

- Applications*, 36(2), 3887-95.
22. Rashid, T., Beg I., & Husnine, S. M. (2014) "Robot selection by using generalized interval-valued fuzzy numbers with TOPSIS. *Applied Soft Computing*, 21, 462-468.
 23. Saaty, T. (1980) "The analytic hierarchy process (AHP) for decision making". In Kobe, Japan.
 24. Saaty, T. L (2001) "Decision making with dependence and feedback: The analytic network process", *Pittsburgh. RWS Publications*, 7, 557-570.
 25. Şen, A. (2013) "A comparison of fixed and dynamic pricing policies in revenue management", *Omega*, 41(3), 586-597.
 26. Vahdani, B., Hadipour, H., Tavakkoli-Moghaddam, R. (2012) "Soft computing based on interval valued fuzzy ANP-A novel methodology", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(5), 529-1544.
 27. Van Laarhoven, P.J.M., & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(3), 229-241.
 28. Wang, X., He, F., Yang, H., & Gao, H.O. (2016) "Pricing strategies for taxi hailing platform", *Transportation Research Journal*, 93(9), 212-231.
 29. Wu, C. C., Lin, P. C., & Chou, C. Y. (2006) "Determination of price and warranty length for a normal lifetime distributed product", *International Journal of Production Economics*, 102(1), 95-107.
 30. Wu, C. S., Lin, C.T., & Lee, C. (2010) "Optimal marketing strategy: A decision-making with ANP and TOPSIS" *Int. J. Production Economics*, 127, 190-19.
 31. Xue, M., Tang, W., & Zhang, J. (2016) "Optimal dynamic pricing for deteriorating items with reference-price effects", *International Journal of Systems Science*, 47(9), 2022-2031.
 14. Huang, Y. S., & Fang, C. C., (2008). "A cost sharing warranty policy for products with deterioration." *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(4), 617-627.
 15. Jeyakumar, K., Krishnaveni, A., Paul Robert, T., & Jebakani, D. (2016) "Investigation of price, warranty length and production quantity on profit under free replacement warranty policy", *Quality Technology & Quantitative Management*, 33(5), 1-13.
 16. Kung, L.C., Zhong, G.Y. (2017) "The optimal pricing strategy for tow sided platfor delivery in the sharing economy", *Transportation Research Journal*, 101(5), 1-12.
 17. Lacey, F. (2019) "Default service pricing – the flaw and the fix current pricing practices allow utilities to maintain market dominance in deregulated markets", *The Electricity Journal*, 32(8), 4-10.
 18. Lin, Y. H., Tsai, K. M., Shiang, W. J., Kuo, T. C., & Tsai C. H. (2009) "Research on using ANP to establish a performance assessment model for business intelligence systems." *Expert Systems with Applications*, 36(2), 4135-4146.
 19. Liu W., Yan X., Wei W., & Xie D. (2019) "Pricing decisions for service platform with providers's threshld participating quantity, value added service and machig ability", *Transportation Research Journal*, 122(10), 410-432.
 20. Lu, Z., & Wang, L. Y. (2011) "Study on differential pricing decisions for the product with multiple warranty under pro-rata warranty policy", *Journal of Operations Research and Management Science*, 6(30), 15-30.
 21. Önüt, S., Kara, S. S. & Işik, E. (2009) "Long-term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company", *Expert Systems with*

