دو فصلنامه علمی
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

سال چهاردهم، شماره‌های ۵۳ و۵۴، پاییزو زمستان
۱۴۰۱
صفحات: ۲۲۴ تا۲۳۶

# Prioritizing service quality dimensions based on cloud computing with multi-criteria decision making method

***Zahra Abbasi*** [*]، ***Samia Fatahi*** [**]،***Mohammad Javad Ershadi*** [***]

[*] Master's degree in Industrial Engineering, Islamic Azad University, Central Tehran Branch

[**]Doctorate in computer engineering, assistant professor of Iran Information Science and Technology Research Institute (Irandoc)

[***]PhD in Industrial Engineering, Associate Professor of Iran Research Institute of Science and Information Technology (Irandoc

**Abstract:**

Nowadays, quality is one of the most important factors in attracting customer satisfaction and loyalty to service organizations. Therefore, one of the main concerns of managers is improving the quality of services. With the development of the Internet and the world of communications, a concept called cloud computing has expanded in the world of communications, which provides a new model for the supply, consumption and delivery of computing services. The purpose of this study is to make the optimal decision in choosing the appropriate cloud service according to the users' situations that they achieve the highest satisfaction. In this research, Fuzzy Delphi, Fuzzy hierarchical analysis, Fuzzy TOPSIS, and Multi-criteria decision-making method are used. The results of the fuzzy Delphi method show that the indicators of transparency, accessibility and reliability should be eliminated. The results of Fuzzy hierarchical analysis show that the two indicators of cost and certificates, and security standards with weights of 0.184 and 0.197, respectively, are the most important indicators in choosing cloud service. According to the results of Fuzzy TOPSIS based on the weights obtained from fuzzy hierarchical analysis, SAAS, IAAS and PAAS cloud services are ranked first to third, respectively. Using the SAAS service provides numerous benefits to employees and companies, such as reducing time and money spent on time-consuming tasks such as installing, managing, and upgrading software.

**Keywords**: Cloud Computing, Fuzzy Delphi Method, Fuzzy Hierarchy Analysis, Fuzzy TOPSIS, Multi-Criteria Decision Making

# اولویت بندی ابعاد کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری با روش تصمیم‌گیری چند معیاره

**زهرا عباسی * ، سمیه فتاحی** ، محمد جواد ارشادی*****

*کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

**دکترای مهندسی کامپیوتر، استادیار پژوهشگاه علوم وفناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)

***دکترای مهندسی صنایع، دانشیار پژوهشگاه علوم وفناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۳

نوع مقاله: پژوهشی

**چکیده**

امروزه کیفیت یکی از مهمترین عامل‌ها در جلب رضایت و وفاداری مشتریان برای سازمان‌های خدماتی است. بنابراین، یکی از دغدغه-های اصلی مدیران بالابردن کیفیت خدمات است. با پیشرفت اینترنت و دنیای ارتباطات مفهومی به نام رایانش ابری در دنیای ارتباطات گسترش یافته است که الگویی تازه برای عرضه، مصرف و تحویل خدمات رایانشی را ارائه می‌کند. هدف از این پژوهش، تصمیم‌گیری بهینه در انتخاب سرویس ابری مناسب با توجه به شرایط کاربران است به نحوی که آنان به بالاترین رضایت برسند. روش دلفی فازی، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، روش تاپسیس فازی و در نهایت روش تصمیم‌گیری چندمعیاره روش‌های به کارگرفته شده در این پژوهش است. نتایج روش دلفی فازی نشان می‌دهد که شاخص‌های شفافیت، دسترسی و قابلیت اطمینان بایستی حذف شوند. نتایج تحلیل سلسله مراتبی فازی نشان می‌دهد که دو شاخص هزینه و گواهی‌نامه‌ها و استانداردهای امنیتی به‌ترتیب با وزن‌های ۰,۱۸۴و ۰,۱۹۷ به عنوان با اهمیت‌ترین شاخص‌ها در انتخاب سرویس ابری است. با توجه به نتایج تاپسیس فازی براساس وزن‌های حاصل از تحلیل سلسله مراتبی فازی نیز به ترتیب سرویس‌های ابری SAAS، IAAS و PAAS رتبه اول تا سوم را به خود اختصاص می-دهند. استفاده از سرویس SAAS مزایای بی‌شماری را از قبیل کاهش زمان و هزینه صرف شده جهت کارهای زمان گیر مانند نصب، مدیریت و ارتقاء نرم افزار برای کارمندان و شرکت‌ها فراهم می‌کند.

**واژگان کلیدی:** رایانش ابری، روش دلفی فازی، تحلیل سلسله مراتب فازی، تاپسیس فازی، تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه

## ۱. مقدمه

امروزه، سازمان‌ها با بهره‌گیری از ویژگی‌ها و امکانات فناوری اطلاعات و ارتباطات توانسته‌اند ارزش منحصر به فردی را برای مشتریان خود خلق نمایند. با توجه به اهمیت رضایت و وفاداری مشتریان برای سازمان‌های خدماتی، کیفیت یکی از مهمترین موضوعات قابل توجه است؛ به همین دلیل مدیران، بهبود کیفیت خدمات الکترونیک و ایجاد وفاداری و رضایت در مشتریان را هدف

نویسنده مسئول: سمیه فتاحی fatahi@irandoc.ac.ir

اصلی خود قرار داده‌اند. واضح است که بالا بودن کیفیت خدمات الکترونیک کلید موفقیت موسسات و همه سازمان‌هایی است که در محیط رقابت جهانی فعالیت می‌کنند. مفهوم کیفیت، بسته به نوع کار، ممکن است تعاریف و کاربردهای مختلفی داشته باشد. یکی از دقیق‌ترین تعاریف کیفیت این است: "کیفیت به معنای تأمین نیازها و انتظارات مشتری از طریق بهبود مداوم فرآیندها و سیستم-ها و ترجمه این نیازها به خصوصیات قابل اندازه‌گیری با هزینه مناسب است" (6). کیفیت خدمات در سازمان‌ها به معنی اطمینان از ارائه خدمات به بهترین شکل ممکن و رضایت سرویس دهنده و سرویس گیرنده است. اگر شهروندان کیفیت خدمات نامناسبی را تجربه کرده و به این نتیجه برسند که خدمات بی‌ارزش است، از استفاده مجدد دلسرد می‌شوند. بنابراین، توسعه دهندگان در تلاش هستند تا بر مشکلاتی که مانع استفاده مجدد شهروندان از خدمات می‌شود، غلبه کنند.

از طرفی، در سال‌های اخیر، با پیشرفت تکنولوژی، یک مدل محاسباتی جدید به نام رایانش ابری به وجود آمده است (2). رایانش ابری به عنوان مدلی برای دسترسی به شبکه فراگیر، راحت و براساس تقاضا به مجموعه منابع رایانشی به اشتراک گذاشته، تعریف می‌شود. این منابع می‌توانند به سرعت از طریق تعامل با ارائه دهنده سرویس تأمین شده و با کمینه تلاش مدیریتی در دسترس قرار گیرند (16).

رایانش ابری مزایای زیادی دارد که از جمله می‌توان به صرفه‌جویی در هزینه‌ها، بروزرسانی سریع، امنیت بالا، نبود محدودیت زمانی، مکانی و سهولت استفاده اشاره کرد (23) . از آنجا که تعداد سرویس‌های ابری به طور مداوم در حال افزایش است، انتخاب سرویس در زمان مناسب برای بسیاری از سازمان‌ها به یک تصمیم چالش برانگیز تبدیل شده‌است. سازمان‌های متقاضی فناوری باید در انتخاب ارائه دهنده خدمات مناسب دقت کنند و با توجه به معیارهای متقاضی خدمات، مناسب‌ترین ارائه دهنده خدمات را انتخاب کنند (9). انجام این کار توسط الگوریتم‌های سنتی انجام پذیر نمی‌باشد. در بعضی از فرایندها اولویت‌بندی کارها به دلیل سرویس‌دهی زودتر، مهم می‌باشد به همین دلیل چندین معیار تصمیم‌گیری وجود دارد (24). تصمیم گیری چند معیاره (MCDM[1]) یک زیرشاخه تحقیق عملیاتی است که مربوط به تصمیم گیری با توجه به چندین معیار متناقض است (17).

هدف از انجام این پژوهش کمک به کاربران در تصمیم‌گیری انتخاب سرویس ابری با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است تا کاربران و سازمان‌های حوزه فناوری اطلاعات بتوانند با یک انتخاب صحیح به بالاترین سطح از رضایت برسند. با توجه به مطالعاتی که صورت گرفته است، اولویت‌بندی ابعاد کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و تاکنون روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد بررسی قرار نگرفته است. سوالاتی که در این پژوهش مطرح می‌شود این است که چگونه می‌توان معیارهای اصلی کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری را دسته‌بندی یا اولویت‌بندی کرد؟ چگونه اولویت بندی ابعاد کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری به کمک تصمیم‌گیری چند معیاره بر رضایت کاربران تاثیر می‌گذارد؟ و چگونه کاربران می‌توانند سرویس ابری موردنیاز خود را از میان انبوه سرویس‌های ارایه شده انتخاب نمایند؟ در این مقاله در بخش ۲ مبانی نظری و مروری بر کارهای پیشین آورده شده است. در بخش ۳ روشی که برای پژوهش استفاده شده است، توضیح داده شده و در بخش ۴ نتایج حاصل از روش‌ها آورده شده است. در نهایت نتیجه‌گیری و تحلیل نتایج در بخش ۵ توضیح داده شده است.

## ۲. مبانی نظری و مرور ادبیات

در این بخش مبانی نظری مربوط به پژوهش به صورت خلاصه بیان می‌شوند و در ادامه مروری بر پژوهش‌های که تاکنون در این حوزه انجام شده است، بیان می‌شود.

### ۲.۱ مبانی نظری

خدمت‌ها یا سرویس‌ها[2] به هرگونه فعالیت یا مزیتی گفته می‌شود که از یک طرف به طرف دیگر ارائه می‌شود و مالکیت چیزی را به دنبال ندارد. یک خدمت، فعالیت یا مجموعه‌ای از فعالیت‌های کم و بیش ناملموس است که معمولاً و نه لزوماً در تعاملات میان مشتری و کارکنان خدمت‌ها یا منبع‌های فیزیکی یا کالاها یا سیستم‌های عرضه‌کننده و پخش سرویس‌ها انجام می‌گیرد و به عنوان راه حلی برای مشکلات مشتری ارائه می‌شود (9).

کیفیت خدمت[3]، توصیف یا اندازه‌گیری کارایی کلی یک خدمت یا سرویس است، مثل خدمات مکالمه راه دور یا شبکه رایانه‌ای یا رایانش ابری، و به کارایی اشاره دارد که توسط کاربران شبکه قابل مشاهده است. برای اندازه‌گیری کمی کیفیت خدمت، چندین جنبه مرتبط خدمت شبکه در نظر گرفته می‌شود، مثل اتلاف بسته، بیت بر ثانیه، توان عملیاتی، تاخیر انتقال، دسترس‌پذیری، لغزش و غیره (9).

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت

[1] Multiple Criteria Decision Making

[2] Services

[3] Quality of service

تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها ممکن است کمی یا کیفی باشند. در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود.

رایانش اَبری[1] مدل رایانشی بر پایهٔ شبکه‌های رایانه‌ای مانند اینترنت است که الگویی تازه برای عرضه، مصرف و تحویل خدمات رایانشی (شامل زیرساخت، نرم‌افزار، بستر، و سایر منابع رایانشی) با به‌کارگیری شبکه ارائه می‌کند. ابر استعاره از شبکه یا شبکه‌ای از شبکه‌های وسیع مانند اینترنت است. دلیل تشبیه اینترنت به ابر در این است که اینترنت همچون ابر جزئیات فنی‌اش را از دید کاربران پنهان می‌سازد و لایه‌ای از انتزاع را بین این جزئیات فنی و کاربران به وجود می‌آورد.

### ۲.۲ مرور ادبیات

پژوهش‌های زیادی در حوزه انتخاب سرویس‌های ابری مناسب انجام شده است. در ادامه به برخی از مهمترین آن‌ها اشاره می‌شود. در سال ۲۰۱۰، لی[2] و همکارانش در مورد مسئله انتخاب سرویس ابری بحث کردند، و ویژگی‌های اساسی هر نوع سرویس ابری مانند(IAAS,[3] SAAS[4]) را شناسایی کردند. آن‌ها تاکید داشتند داشتند که این ویژگی‌ها بایستی در هنگام مقایسه یک سرویس ابر با سرویس دیگر مورد توجه قرار گیرد (14). درسال ۲۰۱۴، گوی[5] و همکارانش برای انتخاب بهترین سرویس ابر عمومی در سطح IAAS و PAAS[6] ، یک کارگزار خدمات ارائه کردند. چارچوب پیشنهادی شامل یک مدل اطلاعات سلسله مراتبی برای تلفیق اطلاعات ناهمگن ابر از ارائه دهندگان مختلف و یک اطلاعات مربوط به ابر برای جمع آوری سازوکار است. در واقع یک مدل طبقه‌بندی خدمات ابری برای دسته‌بندی و فیلتر کردن سرویس-های ابری و یک طرح مورد نیاز برنامه ارائه شده است (10). در همان سال در پژوهش دیگری که توسط سان[7] و همکارانش انجام شد، بررسی انتخاب سرویس ابر براساس آخرین تکنولوژی‌ها و روش‌های کشف سرویس در محیط ابر انجام گرفت (21). در پژوهشی که توسط شانگ پین[8] و همکارانش انجام گرفت، کشف سرویس مبتنی بر زمینه معرفی شد. هدف این رویکرد کشف سرویس‌های با کیفیت با توجه به زمینه کاری و اطلاعات کاربر است. شرح درخواست کار و اطلاعات در زمینه تحلیل داده ارائه می‌شود و سپس مورد جستجو قرار می‌گیرد (15). در سال ۲۰۱۸، فلک[9] و همکارانش به کمک روش تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از زنجیره مارکوف سرویس ابری مناسب را انتخاب کردند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تجربه و بازخورد کاربران قبلی باعث انتخاب خدمات مناسب‌تری برای آینده می‌شود (18). کرونین و تیلور به بررسی ارتباط بین کیفیت خدمات، رضایتمندی مشتری و تمایل به خرید پرداختند. این پژوهش با استفاده از ۶۶۰ پرسشنامه تصادفی و در چهار کسب و کار مختلف شامل بانک، مراکز کنترل آفات، خشک شویی و فست فود در امریکا انجام پذیرفت (7). نتایج تحلیل همبستگی در این پژوهش بیان نمود که کیفیت خدمات مقدم بر رضایتمندی مشتری است، کیفیت خدمات، در مقایسه با رضایتمندی تأثیر کمتری بر تمایل به خرید مشتری دارد و رضایتمندی مشتری تأثیر معناداری بر روی تمایل به خرید دارد. در سال ۲۰۲۰، شارما و همکارانش فاکتورهای تطبیق‌پذیری محاسبات ابری در زمینه متون هندی را با استفاده از روش‌های کیفی و کمی بررسی و رتبه‌بندی کردند. ۱۳ نفر از خبرگان که شامل ۸ مهیا کننده سرویس‌های ابری و ۵ سرویس گیرنده بودند، مورد مصاحبه قرار گرفتند. محققان، تحلیل کیفی فاکتورهای موجود را تایید کردند و چهار فاکتور جدید «زمان ورود به بازار»، «آینده‌نگری»، «مقاومت در برابر تغییر» و «زیان‌های مالی» را شناسایی کردند. در بخش کمی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل سلسه مراتبی فازی برای رتبه‌بندی فاکتورها استفاده شد(19). نتایج نشان می‌دهد که «هزینه سرویس فناوری اطلاعات» و «زمان ورود به بازار» از مهمترین فاکتورها هستند. درسال ۲۰۲۱، ترابی و همکارانش، یک چهارچوب اعتماد برای ارزیابی سرویس‌های ابری با استفاده از روش منطق فازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه کردند. در این مدل معیارهای کارایی، مالی، چابکی، امنیت و قابلیت استفاده مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از مدل نشان می‌دهد که تصمیمات آن‌ها برای کاربران و سازمان‌ها بسیار خوب و کاربردی بوده است (22).

نتایج بررسی صورت‌پذیرفته در پیشینه پژوهش نشان داد که گرچه در پژوهش‌های گذشته به شاخص‌های ارزیابی خدمات ابری در برخی مقالات اشاره شده است اما اولویت‌بندی و وزن‌دهی این شاخص‌ها در بسیاری پژوهش‌ها مورد توجه قرار نگرفته است. همچنین، معیارهای گوناگونی در منابع مطالعه شده وجود دارد که انتخاب از میان آنها و نیز وزن‌دهی آنها در صورتی که با استفاده از روش‌های علمی مناسبی صورت پذیرد به سازمان‌ها در

[1] Cloud computing

[2] Li

[3] **I**nfrastructure **A**s **A** **S**ervice (IAAS)

[4] **S**oftware **A**s **A** **S**ervice (SAAS)

[5] Gui

[6] **P**latform **A**s **A** **S**ervice (PAAS)

[7] Sun

[8] Shang-pin

[9] Falak

تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و در نتیجه ارتقاء کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری کمک شایانی خواهد کرد. از این‌رو، در ادامه در بخش روش پژوهش یک متدولوژی مناسب و کاربردی ارائه خواهد شد تا به‌کمک آن بتوان به اهداف پیش‌گفته دست یافت.

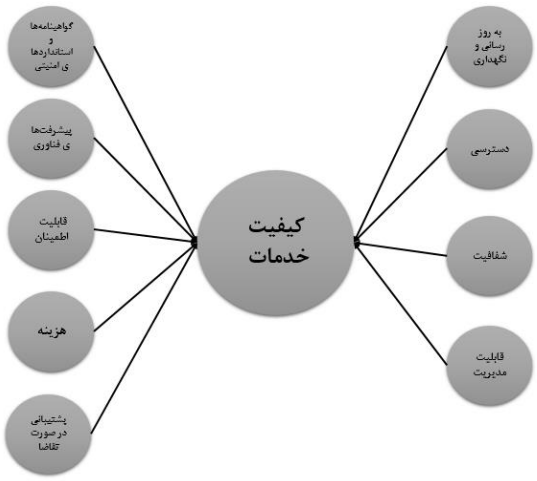
## ۳. روش پژوهش

همانطور که در بخش‌های قبلی ذکر شد، در سال‌های اخیر، با پیشرفت تکنولوژی، رایانش ابری به عنوان مدلی پرکاربرد مورد استفاده سازمان‌هاست و مزایای بی‌شماری دارد. اما علیرغم تمامی پژوهش‌هایی که در ارتباط با اهمیت رایانش ابری، توسعه و پیشرفت تکنیکی آن انجام گرفته است، پژوهش‌های بسیار کمی در حوزه انتخاب سرویس‌های ابری و فاکتورهای موثر بر انتخاب سرویس و استراتژی‌های تطابق‌پذیری با این تکنولوژی صورت گرفته است. در این پژوهش تمرکز بر انتخاب سرویس‌های ابری است.

همچنین، گوناگونی معیارهای ارزیابی در انتخاب یک سرویس ابری از یک سو و تنوع سرویس‌هایی که سازمان‌ها می‌توانند در حوزه خدمات مبتنی بر رایانس ابری ارائه نمایند از سوی دیگر سازمان‌ها را به انتخاب و وزن‌دهی معیارها سوق می‌دهد. در این راستا در مرحله انتخاب معیارها در این پژوهش روش شناخته شده و پرکاربردی چون دلفی فازی مورد استفاده قرار گرفته است. در ادامه وزن‌دهی و تعیین میزان اهمیت معیارها در قالب روش تحلیل سلسله‌مراتب فازی صورت پذیرفته است. براساس دو روش پیش گفته فرآیند انتخاب از میان سرویس‌های ابری موجود به‌کمک یک ابزار بسیار پرکاربرد در حوزه تصمیم‌گیری با نام تاپسیس فازی شکل گرفته است.

پژوهش حاضر از منظر هدف کاربردی و از منظر روش توصیفی و از نوع پیمایشی می‌باشد و از نظر ماهیت داده‌ها از نوع کمی می‌باشد. در مرحله اول این پژوهش ابتدا از طریق جستجو در پایگاه‌های علمی و کتابخانه‌ها و سوابق موجود مبانی پژوهش تدوین و براین اساس مدل مفهومی استخراج شد ( شکل ۱) و سپس از طریق پرسشنامه و با استفاده از روش دلفی فازی شاخص‌های نهایی با کمک خبرگان شناسایی شدند.

در گام بعدی پژوهش، داده‌های میدانی گردآوری شد و سپس با پرسشنامه مقایسه‌های زوجی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی ارزیابی انجام شد. سپس رتبه‌بندی شاخص‌ها و تعیین وزن آن‌ها انجام شد. در نهایت جهت اولویت‌بندی ابعاد کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری از روش تاپسیس فازی استفاده شد.




**شکل ۱. مدل مفهومی ابعاد تاثیرگذار بر کیفیت خدمات**

به دلیل اینکه در این حوزه دانش دقیقی وجود ندارد، استفاده از روش‌های فازی که که با دانش نادقیق می‌توانند نتایج قابل قبولی ارائه دهند، مورد توجه قرار گرفت. نظریه مجموعه فازی شبیه به استدلال انسانی است زیرا با کمک اطلاعات تقریبی و با عدم قطعیت می‌توان تصمیم‌گیری نمود. از آنجا که به کمک دانش فازی می‌توان مسائل را به صورت طبیعی‌تر بیان نمود، مشکلات تصمیم گیری‌های مهندسی، مدیریت و غیره را به راحتی با استفاده از روش‌های دلفی فازی، تحلیل سلسله مراتب فازی و تاپسیس فازی می‌توان حل نمود (11). بنابراین این روش‌ها در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند.

جامعه آماری در پژوهش حاضر شامل ۱۰ نفر از کارشناسان شرکت رایانش ابری هوپاد با حداقل سابقه کاری ۵ سال و مدرک کارشناسی ارشد می‌باشد. ۹۰ درصد از این افراد مرد و ۱۰ درصد زن و ۶۰ درصد کارشناسان متعلق به گروه سنی بالاتر از ۴۵ سال، ۸۰ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۲۰ درصد دکتری می‌باشند. همچنین ۵۰ درصد دارای سابقه کاری بیش از ۲۰ سال و ۳۰ درصد سابقه کاری بین ۱۶-۲۰ سال دارند. به دلیل امکان دسترسی به تمام کارشناسان شرکت رایانش ابری هوپاد که سبب دقت هر چه بیشتر نتیجه تحقیق حاضر می‌گردد، می‌توان نمونه آماری تحقیق را برابر با جامعه آماری در نظر گرفت.

روش تجزیه تحلیل داده‌ها در تحقیق حاضر به صورت کمی است. داده‌های پژوهش در دو سطح توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. در سطح توصیفی از شاخص‌های آماری نظیر فراوانی، انحراف معیار و میانگین، تغییر پذیری، کجی وکشیدگی استفاده می‌شود و در سطح استنباطی پس از توزیع و جمع آوری پرسشنامه‌ها از روش‌های دلفی فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی استفاده شده است.

### ۳. ۱ روش دلفی فازی

روش دلفی در مواردی که دانشی ناکامل و نامطمئن در دسترس باشد و یا محدودیت‌هایی از لحاظ کاربرد قوانین، فرمول‌ها و مدل‌های ریاضی مشاهده شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین منظور نظرها و قضاوت‌های افراد در یک حیطه معین جمع آوری می‌شوند. به عبارت دیگر قضاوت به متخصصان آن امر سپرده می‌شود. در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود. در این راستا از روش دلفی فازی به منظور تأیید و غربالگری شاخص‌های شناسایی شده استفاده می‌شود. در این پژوهش از متغیرهای زبانی جدول ۱ به صورت مثلثی و متغیرهای زبانی جدول ۲ به صورت ذوزنقه ای، برای بیان اهمیت هر شاخص استفاده شده است.

**جدول۱. اعداد فازی مثلثی دلفی فازی**

| خیلی زیاد | زیاد | متوسط | کم | خیلی کم |
|---|---|---|---|---|
| (۱ و۱ و۰,۷۵) | (۱ و۰,۷۵ و۰,۵) | (۰,۷۵ و۰,۵ و۰,۲۵) | (۰,۵ و۰,۲۵ و۰) | (۰,۲۵ و۰ و۰) |

**جدول۲. اعداد فازی ذوزنقه ای دلفی فازی**

| عدد فازی ذوزنقه ای | متغیر زبانی |
|---|---|
| (۰،۰،۱،۲) | اهمیت خیلی کم |
| (۱،۲،۳،۴) | اهمیت کم |
| (۳،۴،۶،۷) | اهمیت متوسط |
| (۶،۷،۸،۹) | اهمیت زیاد |
| (۸،۹،۱۰،۱۰) | اهمیت خیلی زیاد |

### ۳. ۲ روش تحلیل سلسله مراتب فازی

روش‌های وزن‌دهی مختلفی در ارزیابی اهمیت معیارها برای تصمیم‌گیران وجود دارد. از مهم‌ترین روش‌های وزن‌دهی می‌توان به روش‌های رتبه‌ای، نسبتی و تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1]) اشاره کرد. در این روش برای محاسبه‌ی وزن معیارها از روش مقایسه‌ی زوجی استفاده می‌شود. ورودی روش AHP ماتریس مقایسه‌ی زوجی است که درایه‌های آن بیان‌کننده‌ی میزان اهمیت نسبی معیارها می‌باشد. پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی، نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه، تعیین شده و در صورت قابل قبول بودن قضاوت‌ها، وزن هر کدام از معیارها به‌دست می‌آید. برای محاسبه‌ی وزن، ابتدا ماتریس مقایسه تشکیل و پارامترها به صورت دوتایی با هم مقایسه و اهمیت نسبی آن‌ها سنجیده می‌شود. یکی از نواقص روش AHP، ناتوانی آن در لحاظ کردن عدم قطعیت ارجحیت و قضاوت‌ها در ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارها می‌باشد. این نقص روش AHP با استفاده از منطق فازی در روش AHP فازی برطرف شده است و به جای در نظر گرفتن یک عدد صریح در مقایسه‌ی زوجی، محدوده‌ای از مقادیر برای لحاظ کردن عدم قطعیت در نظرات تصمیم‌گیرندگان لحاظ می‌شود. در این روش تصمیم‌گیرندگان می‌توانند مقادیری که میزان اطمینان آن‌ها را منعکس می‌کنند، انتخاب کرده و وضعیت تصمیم‌گیری آن‌ها از دیدگاه خوش‌بینانه، بدبینانه و متعادل پوشش داده می‌شود.

### ۳. ۳ روش تاپسیس فازی

این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد.

روش تاپسیس فازی از اعداد فازی مثلثی برای تبدیل معیارها و وزن‌های کیفی به کمی استفاده می‌کند. روش تاپسیس یک روش تصمیم‌سازی بسیار تکنیکی و قوی برای اولویت بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده آل است. رتبه بندی گزینه‌ها به روش تاپسیس به این شکل است که گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه حل ایده آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب می‌کنند.

## ۴. نتایج

در این پژوهش، در سه مرحله سه پرسش‌نامه در اختیار ۱۰ کارشناس خبره قرارداده شد روش‌های دلفی فازی، تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی در نرم افزار متلب پیاده‌سازی و نتایج آن به شرح زیراست:

داده‌های به دست آمده از نظر خبرگان فوق، با استفاده از روش دلفی فازی پردازش شد. در واقع این داده‌ها به شکل زیر بدست آمدند. در ابتدا، شاخص‌های پژوهش با استفاده از مرور جامع مبانی نظری پژوهش به صورت زیر استخراج شد که این شاخص‌ها شامل گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی (6) و (4)، پیشرفت‌های فناوری(5) ، شفافیت (16)، قابلیت مدیریت (20) و (4)، هزینه و کارایی (1) و (3)، پشتیبانی در صورت تقاضا (4)، دسترسی (15)، به روز رسانی و نگهداری (4)، قابلیت اطمینان (12)، (8) و (4) هستند. سپس، گروه تصمیم‌گیری متشکل از خبرگان مرتبط با موضوع پژوهش تشکیل شده و پرسشنامه‌ها را به منظور تعیین مرتب بودن شاخص‌های شناسایی شده با موضوع اصلی پژوهش تکمیل نمودند. آمار نظرات خبرگان در دوره اول دلفی در جدول ۳ آورده شده است:

[1] Analytic Hierarchy Process (AHP)

**جدول ۳. آمار نظرات خبرگان در دوره اول دلفی فازی**

| ردیف | شاخص‌ها | بسیار کم | کم | متوسط | زیاد | خیلی زیاد |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ |
| ۲ | پیشرفت‌های فناوری | ۰ | ۲ | ۱ | ٥ | ۲ |
| ۳ | شفافیت | ۰ | ۱ | ۲ | ٤ | ۳ |
| ۴ | قابلیت مدیریت | ۱ | ۲ | ٥ | ۱ | ۱ |
| ۵ | هزینه | ۰ | ۱ | ۲ | ٤ | ۳ |
| ۶ | پشتیبانی در صورت تقاضا | ۲ | ۱ | ۰ | ٤ | ۳ |
| ۷ | دسترسی | ۰ | ۰ | ٦ | ۳ | ۱ |
| ۸ | به روز رسانی و نگهداری | ۲ | ۲ | ۱ | ۲ | ۳ |
| ۹ | قابلیت اطمینان | ۲ | ۱ | ۲ | ۲ | ۳ |

در مرحله بعد پاسخ زبانی خبرگان به صورت اعداد فازی برای دوره اول دلفی فازی تبدیل شد. میانگین پاسخ‌ها برای هر شاخص محاسبه شده است (جدول ۴).

**جدول ۴. میانگین پاسخ‌ها برای هر شاخص در دوره اول دلفی فازی**

| ردیف | شاخص‌ها | میانگین | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۴,۷۵ | ۵,۵۸ | ۶,۵۸ | ۷,۰۸ |
| ۲ | پیشرفت‌های فناوری | ۴,۲۵ | ۵,۰۸ | ۶ | ۶,۶۷ |
| ۳ | شفافیت | ۴,۵۸ | ۵,۴۲ | ۶,۴۲ | ۷ |
| ۴ | قابلیت مدیریت | ۲,۵۸ | ۳,۳۳ | ۴,۵۸ | ۵,۳۳ |
| ۵ | هزینه | ۵,۰۸ | ۶ | ۷,۰۸ | ۷,۷۵ |
| ۶ | پشتیبانی در صورت تقاضا | ۴,۰۸ | ۴,۷۵ | ۵,۵۸ | ۶,۱۶ |
| ۷ | دسترسی | ۳,۶۷ | ۴,۵ | ۵,۸۳ | ۶,۵۸ |
| ۸ | به روز رسانی و نگهداری | ۳,۴۲ | ۴,۰۸ | ۵ | ۵,۵۸ |
| ۹ | قابلیت اطمینان | ۳,۵۸ | ۴,۲۵ | ۵,۲۵ | ۵,۸۳ |

با توجه به میانگین مناسب در دوره اول روش، آمار نظرات خبرگان در دوره دوم دلفی محاسبه شد (جدول ۵).

**جدول ۵. آمار نظرات خبرگان در دوره دوم دلفی فازی**

| ردیف | شاخص ها | بسیار کم | کم | متوسط | زیاد | خیلی زیاد |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ |
| ۲ | پیشرفت‌های فناوری | ۱ | ۲ | ۲ | ٤ | ۱ |
| ۳ | شفافیت | ٤ | ٤ | ۱ | ۱ | ۰ |
| ۴ | قابلیت مدیریت | ۲ | ۰ | ۱ | ٤ | ۳ |
| ۵ | هزینه | ۰ | ۲ | ۲ | ٤ | ۲ |
| ۶ | پشتیبانی در صورت تقاضا | ۱ | ۲ | ۲ | ۳ | ۲ |
| ۷ | دسترسی | ٥ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۸ | به روز رسانی و نگهداری | ۳ | ۱ | ۲ | ۱ | ۳ |
| ۹ | قابلیت اطمینان | ٥ | ۲ | ۱ | ۱ | ۱ |

در مرحله بعد تبدیل پاسخ زبانی خبرگان به صورت اعداد فازی برای دوره دوم دلفی فازی انجام شد. میانگین پاسخ‌ها برای هر زیرشاخص محاسبه شد (جدول ۶).

**جدول ۶. میانگین پاسخ‌ها برای هر شاخص در دوره دوم دلفی**

| ردیف | شاخص‌ها | میانگین | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۴,۷۵ | ۵,۵۸ | ۶,۵۸ | ۷,۰۸ |
| ۲ | پیشرفت‌های فناوری | ۳,۳۳ | ۴,۰۸ | ۵,۰۸ | ۵,۸۳ |
| ۳ | شفافیت | ۱,۰۸۳ | ۱,۵۸ | ۲,۵ | ۳,۳۳ |
| ۴ | قابلیت مدیریت | ۴,۲۵ | ۴,۹۲ | ۵,۸۳ | ۶,۴۲ |
| ۵ | هزینه | ۴ | ۴,۸۳ | ۵,۸۳ | ۶,۵ |
| ۶ | پشتیبانی در صورت تقاضا | ۳,۵ | ۴,۲۵ | ۵,۲۵ | ۵,۹۲ |
| ۷ | دسترسی | ۱,۵۸ | ۲ | ۲,۹۲ | ۳,۶۷ |
| ۸ | به روز رسانی و نگهداری | ۳,۰۸ | ۳,۶۷ | ۴,۶۷ | ۵,۲۵ |
| ۹ | قابلیت اطمینان | ۱,۵۸ | ۲ | ۲,۹۲ | ۳,۶۷ |

در این پژوهش با توجه به پژوهش چن مقدار ۳ به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته شده است و عواملی را که دارای میانگین حسابی پایین تر ۳ هستند حذف می‌شود. نتایج حاصل از میانگین-گیری در جدول ۷ نمایش داده شده است. در این مطالعه بعد از ۲ مرحله تکمیل پرسشنامه، شاخص‌های شفافیت، دسترسی و قابلیت اطمینان پرداخت نمره لازم را اکتساب نکرد و از شاخص‌ها حذف گردید.

**جدول ۷. نتایج حاصل از میانگین‌گیری در دوره دوم دلفی فازی**

| ردیف | شاخص ها | میانگین |
|---|---|---|
| ۱ | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۴,۷۵ |
| ۲ | پیشرفت‌های فناوری | ۳,۳۳ |
| ۳ | شفافیت | ۱,۰۸ |
| ۴ | قابلیت مدیریت | ۴,۲۵ |
| ۵ | هزینه | ۴ |
| ۶ | پشتیبانی در صورت تقاضا | ۳,۵ |
| ۷ | دسترسی | ۱,۵۸ |
| ۸ | به روز رسانی و نگهداری | ۳,۰۸ |
| ۹ | قابلیت اطمینان | ۱,۵۸ |

در ادامه مقایسات زوجی بین شاخص‌ها انجام شد، از هر کدام از افراد متخصص خواسته شد تا بر طبق مقیاس‌های طرح شده در پرسشنامه، اهمیت و اولویت هر شاخص را بر شاخص دیگر تعیین نمایند. این مقایسه در سطح شاخص‌های اصلی و در سطح زیر شاخص‌های هر یک از طبقه‌های اصلی در دو جدول دیگر انجام شده است.

یکی از نکات دارای اهمیت در مورد تمام ماتریس‌های مقایسه زوجی، میزان ناسازگاری آن‌ها می‌باشد که طبق نظر پروفسور ال ساعتی، برای اینکه قضاوت‌ها پایدار باشند لازم است میزان ناسازگاری تمام ماتریس‌ها کمتر یا برابر ۰,۱ باشد. به همین دلیل لازم است کارشناس مربوطه قضاوت خود را تکرار نماید تا ماتریس‌ها پایدار شوند سپس میانگین حسابی سلول‌های ماتریس مقایسه، محاسبه شود. جداول ۸ ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌ها حاصل از ۱۰ پرسش‌نامه به صورت میانگین حسابی محاسبه شده است و نتایج شاخص‌ها با محاسبه میزان ناسازگاری شاخص‌ها با مقدار ۰,۰۷۸۴ در جدول ۹ نمایش داده شده‌اند.

**جدول ۸. ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌های نهایی خدمات سرویس‌های ابری**

این جدول در پیوست آمده است

**جدول ۹. وزن شاخص‌های نهایی خدمات سرویس‌های ابری**

| وزن | شاخص ها |
|---|---|
| ۰,۱۷۹ | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی |
| ۰,۱۷۸ | پیشرفت‌های فناوری |
| ۰,۱۶۳ | قابلیت مدیریت |
| ۰,۱۸۴ | هزینه |
| ۰,۱۲۸ | پشتیبانی در صورت تقاضا |
| ۰,۱۶۶ | به روز رسانی و نگهداری |

یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره روش تاپسیس فازی است که به عنوان یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، پرداخته می‌شود. منطق اصولی این مدل راه حل ایده آل (مثبت) و راه حل ایده ال منفی را تعریف می‌کند. راه حل ایده آل (مثبت) راه حلی است که معیار سود را افزایش و معیار هزینه را کاهش می‌دهد. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده آل و در عین حال دورترین فاصله از راه حل ایده آل

منفی دارد. به عبارتی در رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش تاپسیس گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه حل ایده آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب می‌کنند.

در این پژوهش ۳ گزینه سرویس‌های ابری IAAS، PAAS و SAAS به روش تاپسیس فازی بر اساس وزن‌های تحلیل سلسله مراتب فازی اولویت‌بندی می‌شود. با توجه به متغیرهای مشخص شده جهت ارزیابی به صورت فازی و با توجه به میزان درجه‌های متغیر زبانی و معادل فازی آن و هم چنین بردار وزنی اهمیت هر یک از گزینه‌ها به ارزیابی آن پرداخته می‌شود که در جدول ۱۰ مشخص شده است. با مشخص شدن وزن هر معیار، پرسش‌نامه تاپسیس فازی جهت ارزیابی گزینه‌های سرویس‌های ابری در اختیار ۱۰ نفر قرار داده شد. نتیجه پرسش‌نامه‌ها با محاسبه میانگین حسابی هر کدام و نزدیک بودن به هر کدام از متغیر زبانی فازی قرار داده شد و ماتریس تصمیم در جدول ۱۱ قابل مشاهده است.

**جدول ۱۰. وزن شاخص‌ها به صورت فازی برای روش تاپسیس فازی**

| شاخص | وزن |
|---|---|
| گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۰,۷ |
| | ۰,۹ |
| | ۱ |
| پیشرفت‌های فناوری | ۰,۷ |
| | ۰,۹ |
| | ۱ |
| قابلیت مدیریت | ۰,۳ |
| | ۰,۵ |
| | ۰,۷ |
| هزینه | ۰,۹ |
| | ۱ |
| | ۱ |
| پشتیبانی در صورت تقاضا | ۰ |
| | ۰ |
| | ۰,۱ |
| به روز رسانی و نگهداری | ۰,۳ |
| | ۰,۵ |
| | ۰,۷ |

**جدول ۱۱. ماتریس تصمیم اولویت بندی گزینه‌های سرویس‌های ابری بر اساس شاخص‌های خدمات**

این جدول در پیوست آمده است.

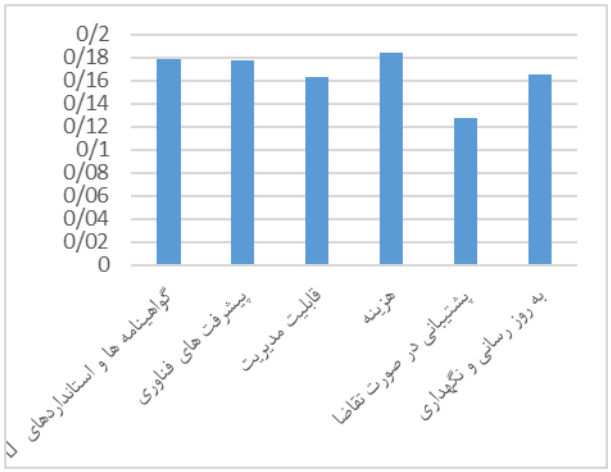
ماتریس‌های نرمالایز شده، نرمالایز شده موزون و ماتریس ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه گردید. ماتریس‌های نهایی فواصل از ایده آل مثبت و ایده آل منفی در جدول ۱۲ می‌توان مشاهده نمود.

**جدول ۱۲. ماتریس فواصل از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی و میزان ضریب نزدیکی سرویس‌های ابری**

| | ماتریس فواصل ایده آل منفی | ماتریس فواصل ایده آل مثبت | میزان ضریب نزدیکی به گزینه ایده آل |
|---|---|---|---|
| IAAS | ۱,۶۵ | ۱,۸۷ | ۰,۴۷ |
| PAAS | ۱,۳۱ | ۲,۱۰ | ۰,۳۹ |
| SAAS | ۲,۳۰ | ۱,۸۱ | ۰,۶۰ |

## ۵. تحلیل نتایج و نتیجه‌گیری

در این پژوهش شاخص‌ها و گزینه‌های ابعاد کیفیت خدمات مبتنی بر رایانش ابری به کمک مرور ادبیات مطالعات مختلف، با استفاده از روش‌های دلفی فازی، تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی بررسی شدند. نتایج روش دلفی فازی نشان می‌دهد که شاخص‌های شفافیت، دسترسی و قابلیت اطمینان بایستی حذف شوند. نتایج تحلیل سلسله مراتبی فازی شاخص هزینه را به عنوان مهمترین شاخص و شاخص پشتیبانی در هنگام تقاضا را به عنوان کم اهمیت‌ترین شاخص شناسایی نمود. با توجه به نتایج تاپسیس فازی براساس وزن‌های حاصل از تحلیل سلسله مراتبی فازی نیز به ترتیب سرویس‌های ابری SAAS، IAAS و PAAS رتبه اول تا سوم را به خود اختصاص دادند. استفاده از سرویس SAAS مزایای بی شماری را برای کارمندان و شرکت‌ها فراهم می‌کند از قبیل کاهش زمان و هزینه صرف شده برای کارهای زمان‌گیر مانند نصب، مدیریت و ارتقاء نرم افزار که این موضوع مهم به شمار می‌رود. به کمک روش دلفی فازی شاخص‌های شفافیت، دسترسی و قابلیت اطمینان حذف شدند. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به صورت شکل ۲ جهت وزن‌دهی شاخص‌ها ارزیابی شدند. مجموع وزن تمام شاخص‌ها باید ۱ می‌شد که این اتفاق افتاده است. ناسازگاری ۶ شاخص نیز ۰,۰۷۸ و کمتر از ۰,۱ قابل قبول است.




**شکل۲. نمودار ارزیابی شاخص‌ها**

همانگونه که در شکل ۲ گزارش شده است، ضریب شاخص گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی ۰/۱۸، ضریب شاخص پیشرفت‌های فناوری ۰/۱۷۸، ضریب شاخص قابلیت مدیریت ۰/۱۶۳، ضریب شاخص هزینه ۰/۱۸۴، ضریب شاخص پشتیبانی در صورت تقاضا ۰/۱۲۹ و ضریب شاخص به‌روز رسانی و نگهداری ۰/۱۶۶ می‌باشد. با توجه به شکل ۲ می‌توان شاخص هزینه را مهمترین و شاخص پشتیبانی در صورت تقاضا را کم اهمیت‌ترین شاخص‌ها دانست.

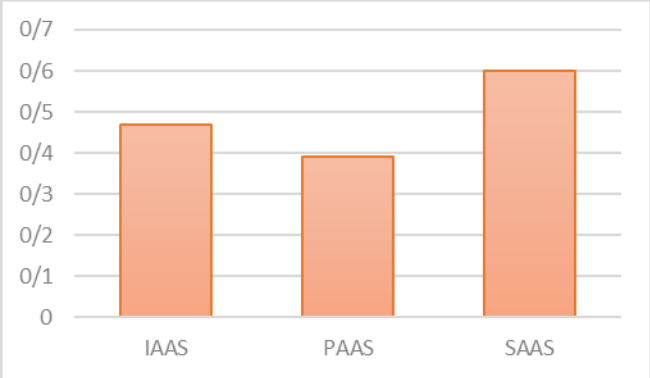
در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی شاخص‌ها نشان دادند که ترتیب اهمیت هر کدام به صورت زیر می‌باشد:

۱) هزینه
۲) گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی
۳) پیشرفت‌های فناوری
۴) به روز رسانی و نگهداری
۵) قابلیت مدیریت
۶) پشتیبانی در صورت تقاضا

دلیل درجه اهمیت هزینه در خدمات سرویس ابری را می‌توان به این دلیل دانست که روند مهاجرت ابر نه ارزان است و نه سر راست، بنابراین انتخاب یک برنامه صحیح یک تصمیم اجتناب ناپذیر است. پیش تعریف بودجه برای راه‌اندازی زیرساخت‌های ابری و پایبندی به معیارهای مقایسه از پیش تعریف شده توصیه می‌شود. هنگامی که نیازهای کسب و کار به طور پیچیده ترسیم شد، تمام ارائه-دهندگان خدمات ابری باید براساس برنامه‌های متنوع قیمت گذاری و مجوزها مقایسه شوند. مقایسه دقیق قیمت در بین ارائه دهندگان به دلیل مدل‌های مختلف قیمت گذاری و ساختار تخفیف دشوار است. اما، جستجوی وضوح در برنامه‌های قیمت گذاری مهم است. اکثر ارائه دهندگان معتبر ابر معمولاً ماشین حساب قیمت آنلاین و ردیف مقدماتی رایگان را ارائه می‌دهند که به مشتری اجازه می‌دهد قبل از خرید امتحان نماید و این بدون شک بهترین راه برای شروع است.

همچنین درجه اهمیت بالای گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی در خدمات سرویس ابری را می‌توان به این دلیل دانست که داده‌ها به امنیت نیاز دارند، بنابراین ارائه دهندگان خدمات ابری باید استانداردهای امنیتی خود را برای درجه یک بودن تأیید کنند. ارائه دهندگان خدمات ابری باید از گواهینامه‌های قابل توجه صنعت، از جمله ISO 27001 یا سایر طرح‌های ضروری سایبری که توسط دولت آغاز شده است، پیروی کنند. بهترین مکانیزم حاکمیت داده‌ها و به دنبال آن یک فرایند ساختاری از خدمات پشتیبانی، همچنان برج اصلی روند انتخاب ارائه دهندگان خدمات ابری است. چندین گواهینامه و استاندارد در بازار موجود است که اطمینان از ساده‌سازی فرایندهای مدیریت داده ارائه‌دهندگان ابر را می‌دهد. مشاغل باید الزامات امنیتی خاص صنعت خود را ترسیم کرده و گواهینامه‌های لازم را انتخاب کنند. اطمینان از اینکه ارائه‌دهندگان منابع و خدمات پشتیبانی خود را با دقت و برنامه‌ریزی دقیق و با رعایت مداوم گواهینامه‌ها و استانداردهای لازم، برنامه‌ریزی می‌کنند، ضروری است.

با توجه به نتایج تاپسیس فازی سرویس‌های ابری نیز به ترتیب SAAS، IAAS و PAAS رتبه ۱ الی ۳ را به خود اختصاص دادند که در شکل ۳ نمایش داده شده است. در ارتباط با انتخاب سرویس ابری SAAS می‌توان این دلیل را مرتبط دانست که متداول‌ترین نوع ارایه سرویس‌های ابری به صورت SAAS می‌باشد، در این روش اپلیکیشن‌های مورد نیاز یک سازمان مانند سرویس ایمیل، سرویس آنتی ویروس و یا هر اپلیکیشن دیگری به مصرف کننده ارایه می‌گردد و سازمان نیازی به خریداری، نصب و عیب‌یابی اپلیکیشن‌های مختلف در داخل سازمان نخواهد داشت. هم چنین استفاده از SAAS مزایای بی‌شماری را برای کارمندان و شرکت‌ها فراهم می‌کند از قبیل کاهش زمان و هزینه صرف شده برای کارهای زمان گیر مانند نصب، مدیریت و ارتقاء نرم افزار مهم به شمار می‌رود.




**شکل ۳. نمودار ارزیابی گزینه‌ها**

همانگونه که پیش از این نیز اشاره شد، یکی از اهداف اصلی این پژوهش، کمک به تصمیم‌گیری بهینه در انتخاب سرویس ابری مناسب است به نحوی که سرویس متناسبی انتخاب شده و کیفیت خدمات در سطح مطلوبی قرار گیرد. به بیان دیگر، در صورتی‌که خدمت‌دهنده بتواند برپایه یک چارچوب علمی مناسب معیارهای تصمیم‌گیری در این حوزه را وزن‌دهی کند و گزینه‌های موجود را برهمین اساس ارزیابی و انتخاب کند کیفیت خدمات افزایش یافته و رضایت کاربران در سطح بهتری برآورده خواهد شد. اگرچه دسته‌ای از شاخص‌های معرفی و وزن‌دهی شده در این مقاله (مانند به‌روزرسانی و نگهداری) تاثیر مستقیمی در رضایت کاربران سرویس خواهد داشت اما ارائه مدلی که به‌طور ویژه رضایت کاربران را مورد توجه قرار دهد نیاز به کار پژوهشی مستقلی دارد. در پژوهش‌هایی که در آینده به رضایت کاربران خدمات مبتنی بر رایانش ابری می‌پردازند موضوع دسته‌بندی کاربران[1] و نیز توجه به رویکردهای عینی[2] و ذهنی[3] نتایج ارائه شده را به واقعیت نزدیک‌تر خواهد کرد. بسیاری از سازمان‌ها و شرکت‌ها به این نکته مهم پی برده‌اند که ارائه خدماتی با کیفیت، می‌تواند مزیت رقابتی نیرومندی برای آنان به ارمغان آورد مزیتی که منجر به سود بالاتر می‌شود و برای رسیدن به این امر مهم کافی است، به انتظارات مشتریان از کیفیت خدمات ارائه شده پاسخی مناسب داده شود و یا اینکه از آن پیشی گرفته شود.

## مراجع


[1] Abbas, A. M., & Kure, O. (2010). Quality of Service in mobile ad hoc networks: a survey. International journal of ad hoc and ubiquitous computing, 6(2), 75-98.

[2] Alam, T. (2021). Cloud Computing and its role in the Information Technology. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, *1*, 108-115.

[3] Asadi, S., Nilashi, M., Iranmanesh, M., Hyun, S. S., & Rezvani, A. (2022). Effect of internet of things on manufacturing performance: A hybrid multi-criteria decision-making and neuro-fuzzy approach. Technovation, 118, 102426.

[4] Aznoli, F., & Navimipour, N. J. (2017). Cloud services recommendation: Reviewing the recent advances and suggesting the future research directions. Journal of Network and Computer Applications, 77, 73-86.

[5] Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. Future Generation computer systems, 25(6), 599-616.

[6] Del Castillo, A. S., & Sardi, N. (2012). ISO standards and the quality concept applied to anesthesia services. Revista Colombiana de Anestesiología, 40(1), 14-16.

[7] Erdil, S. T., & Yıldız, O. (2011). Measuring service quality and a comparative analysis in the passenger carriage of airline industry. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 24, 1232-1242.

[8] Ershadi, M. J., Niaki, S. T. A., & Sadeghee, R. (2019). Evaluation and improvement of service quality in information technology department of a detergent production company using the SERVQUAL approach. International Journal of Services and Operations Management, 34(2), 228-240.

[9] Gorla, N., Somers, T. M., & Wong, B. (2010). Organizational impact of system quality, information quality, and service quality. The Journal of Strategic Information Systems, 19(3), 207-228.

[10] Gui, Z., Yang, C., Xia, J., Huang, Q., Liu, K., Li, Z., & Jin, B. (2014). A service brokering and recommendation mechanism for better selecting cloud services. PloS one, 9(8), e105297.

[11] Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. *International journal of production economics*, *87*(2), 171-184.

[12] Kersten, W., & Koch, J. (2010). The effect of quality management on the service quality and business success of logistics service providers. International Journal of Quality & Reliability Management.

[13] Kwon, H. K., & Seo, K. K. (2013). A decision-making model to choose a cloud service using fuzzy AHP. Advanced Science and Technology Letters, 35(1), 93-96.

[14] Li, A., Yang, X., Kandula, S., & Zhang, M. (2010, November). CloudCmp: comparing public cloud providers. In Proceedings of the 10th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement (pp. 1-14).

[15] Ma, S. P., Lan, C. W., & Li, C. H. (2015). Contextual service discovery using term expansion and binding coverage analysis. Future Generation Computer Systems, 48, 73-81.

[16] Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.

[17] Mohammadi, M., & Rezaei, J. (2020). Evaluating and comparing ontology alignment systems: An MCDM approach. Journal of Web Semantics, 64, 100592.

[18] Nawaz, F., Asadabadi, M. R., Janjua, N. K., Hussain, O. K., Chang, E., & Saberi, M. (2018). An MCDM method for cloud service selection using a


[1] Customer Segmentation

[2] Objective

[3] Subjective

Markov chain and the best-worst method. Knowledge-Based Systems, 159, 120-131.
[19] Sharma, M., Gupta, R., & Acharya, P. (2020). Prioritizing the critical factors of cloud computing adoption using multi-criteria decision-making techniques. Global Business Review, 21(1), 142-161.
[20] Sharabi, M. (2013). Managing and improving service quality in higher education. International Journal of Quality and Service Sciences.
[21] Sun, L., Dong, H., Hussain, F. K., Hussain, O. K., & Chang, E. (2014). Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions. Journal of Network and Computer Applications, 45, 134-150.
[22] Trabay, D. W., El-Henawy, I., & Gharibi, W. (2021). A Trust Framework Utilization in Cloud Computing Environment Based on Multi-criteria Decision-Making Methods. The Computer Journal.
[23] Yan, G. (2017, July). Application of Cloud Computing in Banking: Advantages and Challenges. In 2017 2nd International Conference on Politics, Economics and Law (ICPEL 2017) (pp. 29-32). Atlantis Press.
[24] Zhao, C., Zhang, S., Liu, Q., Xie, J., & Hu, J. (2009, September). Independent tasks scheduling based on genetic algorithm in cloud computing. In 2009 5th international conference on wireless *communications, networking and mobile computing* (pp. 1-4). IEEE.

## پیوست

**جدول ۸- ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌های نهایی خدمات سرویس‌های ابری**

| | به روز رسانی و نگهداری | | | پشتیبانی در صورت تقاضا | | | هزینه | | | قابلیت مدیریت | | | پیشرفت‌های فناوری | | | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | ۱.۷۴ | ۱.۴۶ | ۰.۴۵ | ۳.۲۱ | ۱.۳۴ | ۰.۸۹ | ۱.۹۳ | ۱.۳۴ | ۰.۴۱ | ۳.۹۷ | ۲.۶۷ | ۱.۳۲ | ۱.۷۸ | ۱.۴۵ | ۰.۶۲ | ۱ | ۱ | ۱ |
| پیشرفت‌های فناوری | ۵.۸۷ | ۳.۵۶ | ۳.۷۴ | ۳.۸۹ | ۳.۳۴ | ۱.۳۴ | ۱.۱۸ | ۰.۹۶ | ۰.۶۷ | ۱.۸۷ | ۱.۶۵ | ۰.۳۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱.۶۱۳ | ۰.۶۹ | ۰.۵۶۲ |
| قابلیت مدیریت | ۱.۷۶ | ۱.۱۶ | ۰.۳۴ | ۱.۳۵ | ۰.۷ | ۰.۴ | ۲.۴۳ | ۱.۹۲ | ۱.۶۴ | ۱ | ۱ | ۱ | ۳.۱۲۵ | ۰.۶۰۶ | ۰.۵۳۵ | ۰.۷۵۸ | ۰.۳۷۵ | ۰.۲۵۲ |
| هزینه | ۳.۶۵ | ۱.۴۵ | ۰.۳۴ | ۳.۹۸ | ۳.۴۶ | ۱.۵۶ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰.۶۱ | ۰.۵۲۱ | ۰.۴۱۲ | ۱.۴۹۳ | ۱.۰۴۲ | ۰.۸۴۷ | ۲.۴۳۹ | ۰.۷۴۶ | ۰.۵۱۸ |
| پشتیبانی در صورت تقاضا | ۱.۲۹ | ۰.۶۵ | ۰.۲۲ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰.۶۴۱ | ۰.۲۸۹ | ۰.۲۵۱ | ۲.۵ | ۱.۴۲۹ | ۰.۷۴۱ | ۰.۷۴۶ | ۰.۲۹۹ | ۰.۲۵۷ | ۱.۱۲۴ | ۰.۷۴۶ | ۰.۳۱۲ |
| به روز رسانی و نگهداری | ۱ | ۱ | ۱ | ۴.۵۴۵ | ۱.۵۳۸ | ۰.۷۷۵ | ۲.۹۴۱ | ۰.۶۹ | ۰.۲۷۴ | ۲.۹۴۱ | ۰.۸۶۲ | ۰.۵۶۸ | ۰.۲۶۷ | ۰.۲۸۱ | ۰.۱۷ | ۲.۲۲۲ | ۰.۶۸۵ | ۰.۵۷۵ |

**جدول ۱۱- ماتریس تصمیم اولویت بندی گزینه‌های سرویس‌های ابری بر اساس شاخص‌های خدمات**

| | به روز رسانی و نگهداری | | | پشتیبانی در صورت تقاضا | | | هزینه | | | قابلیت مدیریت | | | پیشرفت‌های فناوری | | | گواهینامه‌ها و استانداردهای امنیتی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IAAS | ۷.۶۵ | ۵.۲۵ | ۳.۲٤ | ۳.٥٤ | ۱.۸۸ | ۱.٤ | ۹.۳٦ | ۷.۳٤ | ٥.٦٥ | ٥.۲٤ | ۳ | ۱.۱٤ | ۷.۳۲ | ٥.۲٤ | ۳.۱۲ | ٥.۲٥ | ٤.٥٤ | ۳.٥٤ |
| PAAS | ۹.۳۲ | ۷.۲۱ | ٥.۱۲ | ۳.٤٥ | ۱.٦٥ | ۱.۰۲ | ٥.۷٥ | ۳.۲۱ | ۱.۲٥ | ٥.۹٦ | ۲.۳٦ | ۱.۲٥ | ٥.۲٥ | ۳.۲۲ | ۱.۲٥ | ٦.۲٤ | ٥.٥۸ | ۳.۲٥ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SAAS | ٤.٢١ | ٧.٢٥ | ٨.٣٢ | ٥.٨٧ | ٦.٢٤ | ٨.٥٤ | ٧.٢٥ | ٨.٥٤ | ٩.٢٥ | ٥.٤٧ | ٧.٣٤ | ٩.٢٤ | ٣.٣٥ | ٥.٥٨ | ٧.٦٥ | ٧.٢ | ٨.٢١ | ٩.٦٥ |