مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی
دوره ۱۴، شماره ۲ (پیاپی ۲۷)، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ۳۷۴-۳۴۳

طراحی چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۰/۲۵؛ **بازنگری مقاله:** ۱۴۰۰/۲/۲۰؛ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۰/۲/۲۷؛ **چاپ مقاله:** ۱۴۰۰/۶/۱

علی اصغر سالارنژاد* و مریم شعار[۱]

چکیده

هدف: آموزش‌های مجازی با توجه به مزایایی مانند انعطاف‌پذیری، تنوع و دسترسی آسان به‌عنوان یک روش مناسب برای یادگیری در دهه‌های اخیر مطرح شده است. بروز بحران‌هایی مانند همه‌گیری جهانی کوید ۱۹، کاربران سامانه‌های آموزش الکترونیکی را به صورت فزاینده‌ای افزایش داده است. از چالش‌های مهم این سامانه‌ها، فراهم‌سازی زیرساخت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری متناسب برای پاسخگویی به کاربران رو به فزونی خود و حفظ کارایی است. پیدایش محاسبات ابری شیوه‌ی دست‌یابی به منابع ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات را دگرگون کرده است. وجود ویژگی‌های دسترسی آسان از طریق مکانیسم‌های استاندارد ارتباطی شبکه و افزایش خودکار تخصیص منابع در صورت نیاز موجب شده است تا مدل رایانش ابری به زیرساختی ایده‌آل برای سامانه‌های آموزش الکترونیکی تبدیل شود. اما با توجه به تعدد تأمین‌کنندگان ابری و تنوع خدمات آن‌ها، هم‌چنین مؤلفه‌های مختلف کیفیتی این خدمات مسأله انتخاب زیرساخت به‌عنوان خدمت چالشی جدی برای مدیران این‌گونه سازمان‌ها است. پژوهش‌های متعددی در زمینه انتخاب خدمت ابری صورت پذیرفته اما این پژوهش‌ها بیشتر از منظر تأمین‌کننده خدمات ابری و کمتر از منظر سازمانی که نیاز به انتخاب خدمت دارد صورت گرفته است. اندک مطالعات صورت گرفته از منظر سازمان نیز با پیش‌فرض‌های مختلف و شاخص‌های محدود اجراء گردیده و فقدان رویکرد یکپارچه علی الخصوص در حوزه انتخاب خدمات زیر ساخت ابری برای سامانه‌های آموزش الکترونیکی در مطالعات کاملاً مشهود است.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر تلاش کرده با پیروی از رویکرد آمیخته و استفاده از روش‌های بررسی نظام‌مند ادبیات، دلفی فازی و اولویت‌بندی بهترین بدترین فازی در قالب طرحی اکتشافی، نمایی منسجم و جامع از "عوامل مؤثر برانتخاب خدمت ابری" ارائه نماید. در گام اول با مرور نظام‌مند ادبیات به یافته‌های ۱۰۵ منبع علمی در حوزه انتخاب خدمت ابری استناد گردید. در ادامه با روش فراترکیب مفاهیم و مقوله‌های چارچوب اولیه از منابع علمی مذکور شناسایی گردیده است. نتیجه گام اول در حکم چارچوب اولیه پژوهش، به‌عنوان ورودی مطالعه دلفی فازی بکارگرفته شده و برمبنای نظرات ۱۵ خبره حوزه پردازش ابری که از سایت ResearchGate با شرایط خاصی انتخاب و در پانل عضوگردیده‌اند، چارچوب اولیه توسعه یافته، پالایش شده و به تأیید رسیده است. در گام نهایی با کمک روش بهترین بدترین فازی وزن هر یک از ابعاد و عناصر چارچوب مشخص و چارچوب مفهومی پژوهش تدوین و تبیین گردیده است.

بحث و نتیجه‌گیری: چارچوب انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک شامل ۵ مقوله اصلی است که بیشترین اهمیت در انتخاب خدمت ابری را مقوله عملکرد و در مرحله بعد مقوله امنیت به خود اختصاص داده‌اند. چارچوب مذکور مشتمل بر ۲۵۹عنصر مفهومی که در قالب ۵ مقوله یا بعد ۲۷ نوع یا دسته، سازمان‌یافته است. مقوله‌های شناسایی شده عبارت از **عملکرد** (دسترس‌پذیری، زمان‌پاسخگویی/تأخیر، ظرفیت، قابلیت‌ها، پشتیبانی، آسانی استفاده، مقیاس‌پذیری)، **امنیت** (قابلیت اطمینان، احراز هویت/ میزان دسترسی، مدیریت حوادث و گزارش، ثبت رویداد و نظارت، مدیریت آسیب‌پذیری، حاکمیت)، **مدیریت داده** (تهیه نسخه پشتیبان و بازیابی، چرخه‌ی حیات داده، قابلیت انتقال داده)، **حفاظت از داده‌های شخصی** (محدودیت‌های استفاده، نگهداری و افشا، شفافیت و اطلاع‌رسانی، مسئولیت‌پذیری، موقعیت جغرافیای داده)، **سازمانی ومحیطی** (اثر ابر بر محیط زیست، شهرت تأمین‌کننده خدمات، هزینه اجاره، هزینه شبکه/داده، سیاست‌های سازمان، آموزش کارکنان، بازخورد کاربران) و هم‌چنین به ترتیب مقوله عملکرد با وزن ۰،۳۴۸، امنیت با وزن ۰،۲۲۱، سازمانی و محیطی با وزن ۰،۲۰۳، محافظت از داده شخصی با وزن ۰،۱۶۱ و مدیریت داده با وزن ۰،۰۶۷ در انتخاب خدمت ابری مؤثر هستند.

واژگان کلیدی: خدمت ابری، انتخاب خدمت ابری، سامانه‌های آموزش الکترونیکی، آموزش مجازی.

---

* نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، گرایش کسب و کار هوشمند، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و علوم نظامی، دانشگاه امام علی (ع)، تهران، ایران. alisalarnejad@gmail.com

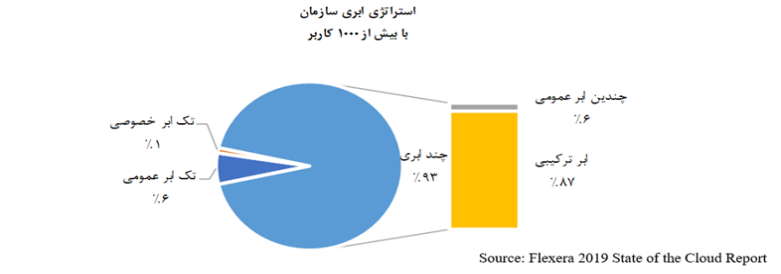
۱. استادیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

مقدمه

آموزش الکترونیکی[1] شیوه‌ای برای طراحی، تدوین، ارائه و ارزشیابی آموزش است که از قابلیت‌ها و امکانات الکترونیکی برای کمک به یادگیری بهره می‌گیرد. مزایای فراوان آموزش الکترونیکی مانند دسترسی سریع و آسان به محتوی آموزشی، استفاده از چند رسانه‌ای در انتقال مطالب آموزشی، انعطاف‌پذیری و ارایه محتوی براساس نیاز یادگیرنده، کاهش هزینه‌های آموزشی و استفاده از مزایای کار گروهی، استفاده از سامانه‌های آموزش الکترونیک را گسترش داده است (کریمی و گووین[2]، ۲۰۱۳). بروز بحران همه‌گیری کوید ۱۹ در کشور ما و الزام همگانی به حفظ فاصله اجتماعی، جایگزینی آموزش الکترونیک به جای روش‌های حضوری را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. برپایی نظام‌های آموزش الکترونیکی نیازمند زیرساخت‌های مختلفی است، با اطمینان می توان گفت مهم‌ترین مؤلفه در راه‌اندازی نظام آموزش الکترونیکی زیرساخت فناوری آن است (کشاورزی و همکاران، ۱۳۹۲). رونق یافتن آموزش‌های الکترونیکی نیاز به بکارگیری سامانه‌های آموزشی الکترونیک و استفاده از زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مربوطه را به یک جزء جدانشدنی از مراکز آموزشی بزرگ بدل گرده است. پیدایش رایانش ابری[3] شیوه دست‌یابی به این زیرساخت‌های ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات را دگرگون نمود. وجود ویژگی‌های دسترسی آسان از طریق مکانیسم‌های استاندارد ارتباطی شبکه و افزایش خودکار[4] موجب علاقه وافر سازمان‌ها به استفاده از خدمات ابری گردیده است. اغلب مؤسسات آموزشی پیشرو با توجه به نیازمندی‌های زیرساختی خود، به دنبال انتخاب خدمات ابری مناسبی هستند تا نیازهای سامانه ای خود را ارضا کنند. طبق آمارگیری انجام شده توسط رایت اسکیل[5] از ۹۹۷ مدیر فنی، مدیر و کاربران محیط ابری در سال ۲۰۱۸، ٪۹۶ آن‌ها از خدمت‌های ابری استفاده می‌کردند که بیانگر علاقه‌ی سازمان‌ها به استفاده از مدل محاسبات ابری است (وینز[6]، ۲۰۱۸). با این وجود، انتخاب خدمت مناسب با افزایش تنوع خدمات ابری به امری پیچیده تبدیل شده است. برای نمونه پژوهش انجام‌گرفته توسط (نور و همکاران[7]، ۲۰۱۳) از طریق جستجوی لغتی موفق به پیدا کردن ۶۶۸۶ خدمت ابری شده است. این شمار زیاد خدمات از نظر قیمت، مکان خدمت، قابلیت‌های محاسباتی، پارامترهای کیفیت خدمات[8] مانند دسترس‌پذیری[9] و میزان پهنای باند[10] با یکدیگر تفاوت دارند و موجب شده است تا فرایند انتخاب خدمت ابری مناسب به‌سادگی امکان

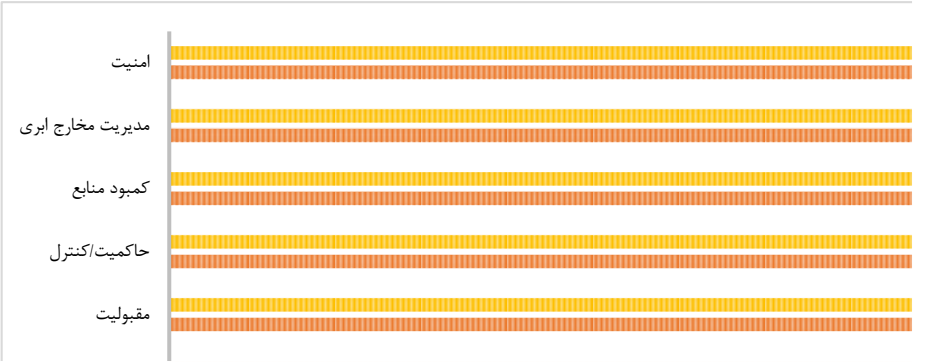
1. Electronic Learning
2. Karim & Goodwin
3. Cloud Computing
4. Automatic
5. Right Scale
6. Weins
7. Noor
8. QoS
9. Availability
10. Bandwidth

پذیر نباشد. درگزارش ارائه شده فلکسرا (فلکسرا، ۲۰۱۹[1]) ٪۹۳ از سازمان‌های با بیش از ۱۰۰۰ کاربر از استراتژی استفاده از چند ابر بهره گرفته‌اند که ٪۸۷ از ترکیب ابر عمومی و خصوصی و ٪۶ تنها از ابر عمومی استفاده می‌کنند (شکل ۱). این آمارگیری نشان می‌دهد که سازمان‌ها از ترکیبی از خدمات ابری استفاده می‌کنند که تأمین‌کنندگان متفاوتی دارند و یک تأمین‌کننده ممکن است به‌تنهایی قادر به پاسخگویی تمام نیازهای یک سازمان نباشد.



شکل ۱. انواع استراتژی ابری سازمان‌ها در سال ۲۰۱۹

انتخاب نادرست خدمات ابری موجب افزایش هزینه‌های سازمانی می‌گردد. در این راستا رایت‌اسکیل اعلام کرده است که به‌طور متوسط ٪۳۵ از هزینه‌های سازمانی استفاده از خدمات ابری به هدر می‌رود. در سال ۲۰۱۵ چالش سازمان‌ها امنیت ابرها بوده است و در رتبه‌ی دوم چالش کمبود منابع پردازشی قرار داشته است.



شکل ۲. میزان اهمیت چالش‌های ابری سازمان‌ها در سال ۲۰۱۹
(سازمان‌های بزرگ: بیش از ۱۰۰۰ کاربر، سازمان‌های کوچک: کمتر از ۱۰۰۰ کاربر)

نکته‌ی جالب توجه این است که اهمیت کاهش هزینه‌های اجاره‌ی خدمات ابری از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۹ به‌صورت ثابت، روند افزایشی داشته است و براساس نظرسنجی فلکسرا (فلکسرا،

1. Flexera

۲۰۱۹) میزان اهمیت آن از ٪۱۸ به ٪۸۰ افزایش یافته است و کمبود منابع به جایگاه سوم سقوط کرده است (شکل ۲). با این وجود هیچ‌کدام از این سازمان‌ها نتوانسته‌اند در جهت کاهش هزینه، انتخاب بهینه انجام دهند. در مؤسسات آموزش الکترونیکی موضوع بیشتر از یک خسارت صرفاً تجاری است و در بسیاری از موارد عدم کارایی سامانه آموزش الکترونیک ناشی از انتخاب نامناسب خدمت ابری منجر به خسارات حیثیتی و شهرتی به مؤسسه شده و موجودیت سازمان را به خطر می‌اندازد. با وجود همه‌ی این خسارات که از انتخاب‌های نامناسب ناشی می‌شود، محاسبات ابری همواره رشد داشته است. برای مثال، میزان وابستگی اینترنت اشیا به محاسبات ابری افزایش یافته است و اطلاعات جمع‌آوری شده توسط اینترنت اشیا برای پردازش به مراکز داده ابری ارسال می‌گردند (مک گلیوری[1] و همکاران، ۲۰۱۶). از طرفی محیط‌های مبتنی بر ابر از نسل جدیدی از سیستم‌های آموزش الکترونیکی پشتیبانی می‌کند، که قادر به اجرا بر روی طیف وسیعی از دستگاه‌های سخت‌افزاری است که در حال ذخیره‌سازی داده‌ها در ابر می‌باشند (دایویا و پارکسون[2]، ۲۰۱۵) و این موضوع ضریب نفوذ مناسبی را برای مؤسسات آموزشی فراهم می‌آورد. پژوهش‌هایی که از منظر مؤسسات آموزشی به انتخاب خدمت ابری پرداخته باشند بسیار نادر بوده و اجماعی در خصوص عوامل تعیین‌کننده و مؤثر بر انتخاب خدمت ابری وجود ندارد. لذا این پژوهش به دنبال رفع این نقیصه و با هدف پاسخ به مهم‌ترین خلاء پژوهشی این حوزه یعنی "چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک" است. این پژوهش در نظر دارد ابعاد و مؤلفه‌های مختلف مؤثر بر انتخاب خدمت ابری زیرساخت به‌عنوان خدمت[3] را محور بررسی‌های خود قرار دهد، زیرا این نوع از خدمات ابری بیشترین انعطاف‌پذیری را برای سامانه‌های آموزش الکترونیک به همراه می‌آورد. این پژوهش به‌منظور درک بیشتر این موضوع از منظر مدیریتی، مؤلفه‌های هر یک از عوامل را در قالب چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری سامانه‌های آموزش الکترونیک ارائه می‌نماید.

مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش

در تحقیق حاضر به‌منظور درک جامع از موضوع و تبیین مؤلفه‌های تأثیرگذار در انتخاب خدمت ابری جهت سامانه‌های آموزش الکترونیک از روش بررسی نظام‌مند ادبیات تحقیق استفاده شده است. این روش با گام‌های مختلف خود توان و اعتبار بالا در نتیجه‌گیری را در مرور پیشینه تحقیق به ارمغان می‌آورد که ناشی از انجام مراحل مطابق پروتکل از قبل تنظیم شده و دقیق است. در خصوص ادبیات مرتبط با حوزه خاص این پژوهش یعنی انتخاب خدمت ابری برای راه

1. MacGillivray
2. Divya and Prakasam
3. Infrastructure as a Service (IAAS)

اندازی سامانه‌های آموزش الکترونیک کارهایی بسیار کمی صورت پذیرفته است. اندک تحقیقات موجود، بیشتر به بر شمردن مزایا و چالش‌های این حوزه متمرکز بوده است (محمدی و ابریشمی، ۱۳۹۳). محاسبات ابری، ماهیت پویایی دارد که انعطاف‌پذیر، مقیاس‌پذیر و چند اشتراکی با ظرفیت بالا است و حالت نوآورانه‌ای برای سیستم‌های آموزش الکترونیکی ایجاد میکند (فاتن کریم و روبرت گودوین[1]، ۲۰۱۳). مزایای این نوع آموزش مبتنی بر ابر از جمله، کاهش هزینه‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، کاهش نیاز تعمیر و نگهداری سیستم‌ها، استقرار راحت سیستم در کلیه مکان‌ها را برشمرده و محدودیت‌های بکارگیری این سیستم شامل اتصال همیشگی به اینترنت، کیفیت اینترنت بر روی بهره‌وری استفاده‌کنندگان اثر می‌گذارد، را نیز یادآور گردیده‌اند. در همین راستا دهقان و همکاران در بررسی چالش‌های آموزش الکترونیکی مبتنی بر خدمات ابری، علاوه بر تصویب قیمت‌های مشخص برای استفاده از کاربردهای مبتنی بر ابر و هم‌چنین استفاده از ابرهای خصوصی، نیاز به وجود چارچوب مدیریت و انتخاب خدمات مناسب ابری برای سامانه‌های آموزش الکترونیک را نیز مطرح نموده است. پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه انتخاب خدمت ابری با کاربردهای عام فراوانی بیشتری داشته اما رویکرد و مؤلفه‌های متفاوتی را مدنظر قرار داده‌اند (کومار، میشرا و کومار[2]، ۲۰۱۷). مدلی برای انتخاب خدمت ابری در محیط فازی به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی ارائه نمودند. در مدل ارائه شده از مؤلفه‌های کیفیت ارائه خدمات شامل پایداری خدمات، تأخیر شبکه، قابلیت اطمینان برای انتخاب خدمت مناسب استفاده شده است (ایزنوک[3] و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهش خود چارچوب انتخاب خدمت ابری فازی شامل سه بخش: مدیریت زیست‌محیطی خدمات ابری، رابط گرافیکی کاربر، کیفیت ارائه خدمات را تدوین نمودند. لازم به ذکر است که شاخص‌های ارزیابی کیفیت ارائه خدمات در این پژوهش شامل چهار ویژگی دسترس‌پذیری، زمان پاسخگویی، قابلیت اطمینان و هزینه می‌باشد (جاتوس[4] و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهش خود اقدام به تعیین خدمت ابری مطلوب با استفاده از شاخص‌های عملکردی درخواست کاربر شامل: قیمت، سرعت پردازش اطلاعات، میزان به‌کارگیری حافظه، کارکرد دیسک ذخیره‌ساز و سرعت ورودی/خروجی اطلاعات نمودند (یو[5] و همکاران، ۲۰۱۸). به بررسی مؤلفه‌های مهم در انتخاب خدمت ابری مناسب با توجه به حیطه‌های فناوری، سازمانی و محیطی پرداختند و این کار را از دو دیدگاه تأمین‌کننده

1. Karim and Goodwin
2. Kumar, Mishra & Kumar
3. Ezenwoke
4. Jatoth
5. Yoo

خدمات ابری و متقاضیان خدمات ابری انجام دادند. مهم‌ترین مؤلفه‌های متقاضیان خدمات ابری شامل: همسان‌سازی، فشار رقبا و زیرساخت‌های فناوری و از نظر تأمین‌کنندگان خدمات ابری شامل: عوامل رقابتی، پشتیبانی مدیران ارشد و فشار رقبا می‌شد (تیانگ جو[1] و همکاران، ۲۰۱۹). چارچوبی برای انتخاب زیرساخت به‌عنوان خدمت ارائه دادند. شاخص‌های مورد استفاده در انتخاب شامل نوع و ظرفیت‌های اصلی ماشین مجازی، سیستم عامل و مدت زمان و هزینه اجاره خدمت بودند (الهاباش[2] و همکارن، ۲۰۱۹). روشی نوین برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده خدمات زیرساخت به‌عنوان خدمت ابری به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه کرده اند. در انتخاب خود چهار مورد از شاخص‌های عملکردی زیر ساخت شامل دسترس‌پذیری، حافظه اصلی، حافظه جانبی، پردازنده مرکزی و دو مؤلفه کیفیتی شبکه تأمین‌کننده شامل تأخیر شبکه و قابلیت اطمینان را در نظر گرفتند. با نگاهی کلی پارامترهای در نظر گرفته شده دراین پژوهش‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی صریح[3] و ضمنی[4] تقسیم نمود: *دسته اول پارامترهای صریح:* این‌گونه پارامترها به‌صورت کمی بیان می‌شوند. ازجمله این متغیرها مکان خدمت، توان پردازشی خدمت، میزان حافظه‌ی ذخیره‌سازی و میزان حافظه دسترسی تصادفی[5] است و در پژوهش از این پارامترها برای انتخاب خدمت مناسب استفاده شده است. *دسته دوم پارامترهای ضمنی:* این پارامترها نمی‌توانند با مقادیر کمی بیان شوند و کاربران این پارامترها را به‌صورت کیفی بیان می‌کنند. ازجمله این پارامترها میزان امنیت و توانایی افزایش خودکار منابع را می‌توان نام برد. پژوهش‌هایی که به‌طور خاص به موضوع انتخاب زیرساخت به‌عنوان خدمت باشند، انگشت شمارند. محتوای این مطالعات اندک نیز بخشی و پراکنده بوده و فقدان دیدگاهی یکپارچه در آن ها مشهود است. علاوه بر این نباید از نظر دور داشت که در حوزه انتخاب خدمت ابری، صنعت از دانشگاه پیشی گرفته و سازمان‌های تجاری توجه بیشتری به این مفهوم از خود نشان داده‌اند. در جدول (۱) مهم‌ترین پژوهش‌های صورت گرفته درخصوص انتخاب زیرساخت به‌عنوان خدمت ابری و پارامترهای در نظر گرفته شده در آن‌ها نشان داده شده است.

1. Taiyang Guo
2. Elhabbash
3. Objective
4. Subjective
5. Random Access Memory (RAM)

جدول ۱. اهم پژوهش‌های انتخاب زیر ساخت به‌عنوان خدمت ابری و پارامترهای آن

پژوهش ها /پارامتر ها	بازخورد کاربران	هزینه شبکه	هزینه اجاره	شهرت تامین کننده	آموزش نیروی کار فنی	حمایت مدیر ارشد	تاثیر ابر بر محیط	موقعیت جغرافیایی داده	شفافیت و اطلاع رسانی	محدودیت های نگهداری و افشا	حاکمیت	مدیریت آسیب پذیری	ثبت رویداد و نظارت	رمزنگاری	دسترسی و احراز هویت	قابلیت اطمینان	مقیاس پذیری	آسانی استفاده	پشتیبانی	ظرفیت	زمان پاسخگویی/ تاخیر	دسترس‌پذیری
کریم و همکاران (۲۰۱۳)	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
یانگ و همکاران (۲۰۱۳)	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	✓
یارلیکاس[1] (۲۰۱۴)	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓
گارگ و منتگومری (۲۰۱۵)	-	-	✓	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓
پاتینیو تاکیس و همکاران (۲۰۱۶)	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
جاگلی و همکاران (۲۰۱۶)	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓
آنو[2] (۲۰۱۶)	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	✓
نورمحمد یعقوبی (۲۰۱۶)	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓
دینگ و همکاران[3] (۲۰۱۷)	-	-	✓	-	-	-	-		-	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
تانگ و همکاران[4] (۲۰۱۷)	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-		✓	-

1. Yarlikas S
2. Anu A.S
3. Ding
4. Tang

ال خاطر[1] (۲۰۱۷)	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	-
کومار، میشرا و کومار، (۲۰۱۷)	✓	✓	-	-	✓	-	-		✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-
ایزنوک و همکاران (۲۰۱۷)	-	✓	-	✓	-	-	✓		-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓		-
عبدالباسط و همکاران[2] (۲۰۱۸)	✓	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓
جاتوس و همکاران (۲۰۱۸)	-	-	-	✓	-	-	-		-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
ال فایفی و همکاران[3] (۲۰۱۸)	-	-	✓	-	-	-	-		-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
یو و همکاران (۲۰۱۸)	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
ندوو اس[4] (۲۰۱۸)	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓
سنارتانا و همکاران[5] (۲۰۱۸)	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	✓
می زر[6] (۲۰۱۸)	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-
الهاباش و همکارن (۲۰۱۹)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	✓	✓
تیانگ جو و همکاران (۲۰۱۹)	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓

علاوه بر پارامترهای مختلف، بررسی روش پژوهش مورد استفاده در مطالعات نیز مؤید فقدان دیدگاهی جامع و یکپارچه است به‌طوری که اغلب پژوهش‌ها بر پایه مطالعات موردی یا چند موردی، بنا شده‌اند. در این راستا، اهم شکاف‌های پژوهشی موجود در حوزه انتخاب زیرساخت خدمت ابری برای سامانه‌های آموزش الکترونیک شامل: ۱)محدودیت شدید پژوهش‌های علمی و مطالعات نظری در حوزه خاص تحقیق حاضر ۲) پراکندگی محتوایی مطالعات صورت گرفته در

1. Al-Khater N.R
2. Abdel-Basset
3. Al-Faifi
4. Nedev S
5. Senarathna
6. Measer

حوزه انتخاب زیرساخت به‌عنوان خدمت و فقدان دیدگاهی جامع و یکپارچه نسبت به این مفهوم ۳) عدم بهره‌گیری از مرور نظام‌مند پیشینه موضوع و ترکیب و یکپارچه‌سازی یافته‌های مطالعات پیشین برای ارائه تصویری کامل از مفهوم انتخاب زیرساخت به‌عنوان خدمت ابری ۴) فقدان راهنمایی جامع برای راهبری و هدایت تلاش‌های مرتبط با انتخاب خدمت ابری به‌ویژه در زمینه سامانه‌های آموزش الکترونیک. بر این اساس پیشبرد مطالعات علمی و نظام‌مند که با پیروی از رویکردی یکپارچه، ضمن بهره‌گیری از دستاوردهای پژوهش‌های پیشین، بستر مناسبی را برای حصول درکی جامع از مفهوم انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک فراهم نموده و قادر باشند به‌عنوان راهنمای عملی سازمان‌های آموزشی برای راه‌اندازی سامانه های آموزش الکترونیک خود عمل نماید، ضروری به نظر می‌رسد.

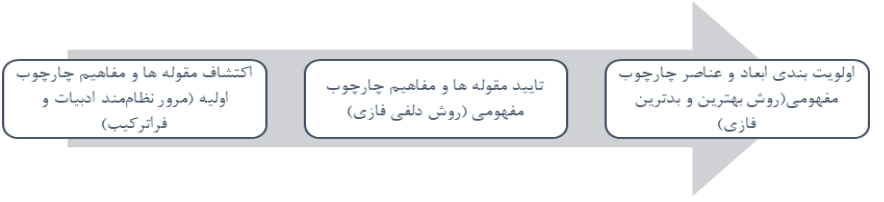
روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و ازنظر ماهیت داده‌ها و سبک تحلیل در گروه تحقیقات آمیخته قرارگرفته است. روش جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق مبتنی بر اطلاعات اسنادی و پرسشنامه است. در تحقیق حاضر جامعه آماری، کلیه پژوهش‌های منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی معتبر داخلی و خارجی هستند که براساس کلید واژه‌های تعریف شده و به‌منظور دستیابی به نمونه‌ای که اشباع نظری را موجب شود، پیمایش شدند. برای جست و جوی کلید واژه‌ها محدوده زمانی ۲۰۱۰- ۲۰۲۱ نظر گرفته شد. در زمینه نمونه‌گیری، مرتبط‌ترین مطالعات با استفاده از رویکردی هدفمند انتخاب شدند. مبنای روایی این پژوهش، روایی نظریه‌ای بود و برای دستیابی به آن از راهکارهای مطالعه میدانی گسترده، تکثرگرایی نظری و کاربرد نظر خبرگان استفاده شده است. برای سنجش پایایی در این پژوهش، آزمون کاپای کوهن به کاربرده شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش کدگذاری باز، محوری و انتخابی استفاده شده است. هدف اصلی پژوهش حاضر عبارت از طراحی چارچوبی مفهومی به‌منظور ارائه تصویری روشن و جامع از عوامل مؤثر در انتخاب خدمت ابری است. برآورده نمودن این هدف، مستلزم پاسخگویی به دو سوال فرعی به شرح زیر است:

- ابعاد مؤثر در انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیکی کدامند؟
- اجزا سازنده هر یک از ابعاد مفهومی انتخاب خدمت ابری کدامند؟

در تحقیق پیش رو به‌منظور پاسخ به سوالات و نیل به هدف تحقیق، ابتدا با استفاده از بررسی نظام‌مند ادبیات و فراترکیب، مطالعات پیشین به‌طور دقیق و جامع بررسی شد تا مقوله‌ها و مفاهیم مؤثر در انتخاب خدمت ابری معین گردد و در ادامه با بهره‌گیری از روش دلفی فازی، مقوله‌ها و مفاهیم چارچوب نهایی انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش

الکترونیکی نهایی شده و در مرحله آخر با استفاده از روش بهترین و بدترین فازی این مقوله‌ها و مفاهیم رتبه‌بندی گشتند. شکل (۳) مراحل اجرای پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۳. مراحل اجرای پژوهش

مرور نظام‌مند ادبیات پژوهش (تعیین مطالعات مرتبط)

یک مرور نظام‌مند بررسی دقیق از پیشینه پژوهش در رابطه با یک موضوع علمی خاص است. برای مرور آثار گذشته باید تحقیقات پیشین و مرتبط را جستجو، شناسایی، انتخاب، و ترکیب کرد. مرور نظام‌مند ادبیات در پژوهش حاضر بر مبنای آنچه در پژوهش‌های (سیداوی، ۲۰۱۴[1]، یاناسکولی[2] و همکاران، ۲۰۱۳)، مطرح شده است در پنج گامی صورت پذیرفت: *قدم اول* شکل‌دهی مشکل تحقیق: این تحقیق به‌منظور ارایه چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری برای سامانه‌های آموزش الکترونیک انجام شد. *قدم دوم* تعیین مطالعات مرتبط: در این مرحله می‌بایست جستجو برای یافتن مجموعه‌ای کامل از مقالات مرتبط با موضوع تحقیق انجام گیرد. ابتدا لیستی از کلمات کلیدی مناسب تعیین می‌گردد تا جستجو براساس آن‌ها انجام گیرد. اصولاً براساس نظر پژوهشگرانی چون سیداوی (۲۰۱۴)، لیست کلمات کلیدی باید از عنوان تحقیق استخراج شود و در ترکیب‌های مختلف قرار گیرد تا حداکثر کارایی در هنگام جستجو را بتوان تضمین کرد. از همین رو کلمات کلیدی (انگلیسی و فارسی) که برای مطالعه پیش رو در نظر گرفته شده‌اند عبارت‌اند از:

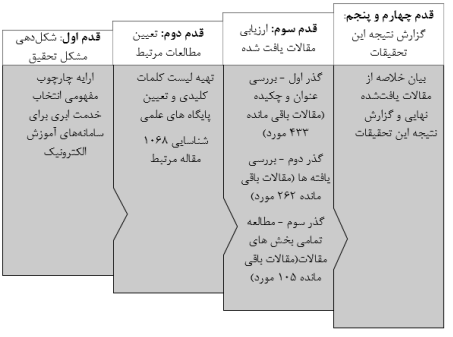
Cloud Computing, Cloud Service, Cloud Selection, Cloud Service Selection, Cloud e-learning,
Cloud Service e-learning Framework, e-learning Cloud Selection

خدمات ابری، رایانش ابری، انتخاب خدمات ابری، آموزش الکترونیک مبتنی بر رایانش ابری، چارچوب انتخاب رایانش ابری، سامانه آموزش الکترونیک بر پایه ابر

پایگاه داده‌های علمی IEEE, Elsevier, Scopus, Google Scholar, Research Gate, LinkedIn به‌منظور یافتن پژوهش‌های مرتبط با کلمات کلیدی فوق مورد جستجو قرار گرفتند. نتیجه جستجو تعداد ۱۰۶۸ مقاله مرتبط را از پایگاه علمی نام برده شده بدست آورد. *قدم سوم*

1. Siddaway 2. Yannascoli

ارزیابی مقالات یافت شده: در این مرحله می‌بایست به بررسی دقیق‌تر در مقالات یافت شده پرداخت تا مقالات مناسب را انتخاب نمود. در اولین گذر از لیست مقالات یافت شده، فقط عنوان و چکیده مقالات مورد مطالعه قرار گرفت و مقالاتی که از حیث این دو قسمت به‌عنوان تحقیق نزدیک بودند، انتخاب شدند. تعداد مقالات نگهداری شده پس از گذر اول به عدد ۴۳۳ مورد رسید. در گذر دوم بخش یافته‌ها در این تحقیقات به‌طور دقیق مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در این گذر تحقیقاتی که نتایج آن‌ها نشان‌دهنده عدم هم‌سویی روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعات با مطالعه پیش رو بود، از لیست حذف گردید. پس از این گذر تعداد مقالات باقی مانده به عدد ۲۶۲ مورد رسید. در گذر سوم و آخر، تمامی بخش‌های ۲۶۲ مقاله باقی‌مانده مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت تا مقالات با ارتباط کاملاً مستقیم با موضوع تحقیق انتخاب شوند. پس از گذر سوم تعداد مقالات باقی مانده به عدد ۱۰۵ رسید. *قدم چهارم و پنجم:* در این قدم، خلاصه‌ای از ۱۰۵ مقاله مورد مطالعه تهیه شد تا در تنظیم محتویات این تحقیق از آن‌ها استفاده شود. شکل (۴) مراحل اجرای مرور نظام‌مند پژوهش حاضر را نشان می دهد.



شکل ۴. مراحل اجرای مرور نظام‌مند ادبیات پژوهش حاضر

روش فراترکیب (اکتشاف مقوله‌ها و مفاهیم چارچوب اولیه)

روش فراترکیب (متاسنتز) یک فراتحلیل کیفی روی مفاهیم و نتایج مطالعات گذشته با شیوه کدگذاری متداول در پژوهش‌های کیفی است (سهرابی و همکاران، ۱۳۹۰). و مشابه فراتحلیل، برای یکپارچه‌سازی چندین مطالعه به‌منظور ایجاد یافته‌های جامع و تفسیری صورت می‌گیرد. این روش متمرکز بر مطالعات کیفی است و به ترجمه مطالعات کیفی به یکدیگر و فهم عمیق پژوهشگر برمی‌گردد؛ به عبارتی، فراترکیب، ترکیب و تفسیر داده‌های اصلی مطالعات منتخب است (زیمر، ۲۰۰۶) مهم‌ترین مزیت روش فراترکیب برای محققان "توانایی آن در شناسایی

مضامین مشترک و ساختن چارچوب‌های مفهومی از ادبیات مرتبط است" (کالسون و پالمر، ۲۰۱۶). با در نظر گرفتن چنین مزیتی، فراترکیب یک روش مناسب برای مشخص کردن مضامین مشترک در خصوص اجزا و مؤلفه‌های انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک است که به‌عنوان روش مناسبی برای تحقق اهداف این پژوهش بکار گرفته شده است. انجام روش فراترکیب طی ۷ مرحله صورت می‌گیرد. مراحل اصلی آن از نظر سندولسکی و باروسو (۲۰۰۷) به شرح زیر است: گام اول: تنظیم سؤال‌های پژوهش؛ گام دوم: بررسی متون به صورت نظام‌مند؛ گام سوم: جست وجو و انتخاب مقاله‌های مناسب؛ گام چهارم: استخراج اطلاعات مقاله؛ گام پنجم تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی؛ گام ششم کنترل کیفیت و گام هفتم ارائه یافته‌ها. پس از گزینش مقالات (۱۰۵ مقاله خروجی مرور نظام‌مند ادبیات) با استفاده از روش کدگذاری باز، انتخابی و محوری اقدام به استخراج کدها از متون گردید. در این مرحله ۲۵۹ کد استخراج شد که بیشترین فراوانی به دسترس‌پذیری، ظرفیت، تأخیر و زمان پاسخگویی و امنیت داده، مربوط می‌شد. سپس با در نظرگرفتن مفهوم هر یک از این کدها، آن‌ها را در مفهومی مشابه دسته‌بندی می‌نماییم و به این ترتیب مفاهیم پژوهش مشخص می‌شوند؛ با انجام این کار تفسیری فراتر از هر یک از مطالعات گنجانده شده در فراترکیب از پدیدهٔ مورد نظر ارائه شده که در عین حال در برگیرندهٔ تمام آن‌ها نیز خواهد بود، به گونه‌ای که اثر هر یک از مطالعات اولیه را می‌توان در این کل جستجو نمود. این مرحله که شاید حساس‌ترین مرحله فراترکیب باشد، باید با دقت خاصی انجام شود. یافته‌های این گام مبنایی برای مدل نهایی پژوهش به شمار می‌روند و باید در ترکیب آن‌ها دقت داشت. براساس تحلیل های صورت گرفته با کمک روش تحلیل محتوا بر روی ۱۰۵ مقاله نهایی انتخاب شده، در مجموع ۲۵۹ کد ۲۷مفهوم و ۵ مقوله شناسایی شدند. پیوست یک مقاله کدهای نهایی استخراج شدهٔ مرتبط با هر مقوله و مفهوم و منابع استخراج کدها بیان شده است. پس از شناسایی عناصر مفهومی، با استفاده از روش توافق دو کدگذار بر مبنای شاخص کاپا[1] پایایی نتایج فرایند کدگذاری نیز مورد بررسی قرار گرفت. در این روش علاوه بر پژوهشگر اصلی، محقق دیگری نیز بدون اطلاع از کدهای اولیه، متن اصلی را کدگذاری می‌نماید و نزدیک بودن کدهای استخراج شده توسط دو محقق، مبین پایایی است. آستانه قابل قبول ضریب کاپا برای ادعای توافق دو کدگذار، عدد ۰,۶ است (جی وت[2]، ۲۰۰۴).

1. Kappa’s Coefficient of Agreement 2. Gwet

روش دلفی فازی (تأیید مقوله‌ها و مفاهیم چارچوب مفهومی)

روش دلفی، پیمایشی مبتنی بر نظرهای متخصصان است و چهار خصوصیت اصلی دارد که عبارت‌اند از: پاسخ بی‌نام، تکرار، بازخورد کنترل شده و در نهایت پاسخ گروهی آماری (هسو[1] و همکاران، ۲۰۱۰). در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، داده‌ها و اعداد قطعی به‌منظور مدل کردن سیستم‌های دنیای واقعی به علت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم‌گیرندگان ناکافی است (کانان[2] و همکاران، ۲۰۱۴). در این راستا به‌منظور غلبه بر این مشکل، نظریه مجموعه‌های فازی که به وسیله لطفی‌زاده[3] در سال ۱۹۶۵ ارائه شد، ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرآیند تصمیم‌گیری است (بوزون[4] و همکاران، ۲۰۱۶). (نوردرهاون[5]، ۱۹۹۵) نشان داد که به کارگیری روش دلفی فازی در تصمیمات گروهی می‌تواند باعث برطرف شدن عدم قطعیت درک مشترک از نظرات کارشناسان گردد. در این مطالعه برای اجرای تصمیم‌گیری گروهی از تابع عضویت فازی مثلثی استفاده شده است و برای غربال عامل‌های جایگزین در قدم اول، تأیید مفاهیم شناسایی شده در خصوص انتخاب خدمت ابری تابع عضویت مثلثی و تئوری فازی به کار بسته شده است. به‌منظور ارزیابی مقوله‌های شناسایی‌شده، محقق اقدام به انتخاب ۳۰ نفر از پژوهشگران فعال در زمینه محاسبات ابری نمود و دعوت‌نامه‌ای جهت عضویت در پانل خبرگی این پژوهش برای این نفرات ارسال گردید (لازم به ذکر است که به پیوست دعوت‌نامه شرح مختصری از مساله تحقیق نیز به خبره ارایه گردید). که از این بین ۱۵ نفر برای عضویت در پانل خبرگی نهایی شدند. در ارتباط با اندازه پانل مورد نیاز برای دلفی سنتی و دلفی فازی اجماع نظر وجود ندارد (مولن[6]، ۲۰۰۳) اما اندازه معمول پانل خبرگان بین ۸ تا ۱۲ (کاوالی و همکاران[7]، ۱۹۸۴) یا بین ۱۰ تا ۱۸ نفر است (اوکلی و پاولوسکی[8]، ۲۰۰۴) در پژوهش حاضر اعضاء پانل خبرگان گروهی از مدرسان، محققان، مدیران و کارشناسان فناوری اطلاعات در حوزه پردازش ابری می‌باشند و نحوه شناسایی آن‌ها براساس ۴ ویژگی دانش (حداقل یک مقاله تحقیقاتی در زمینه پردازش ابری ارائه داده‌اند)، تجربه، تمایل و زمان کافی برای شرکت در پژوهش بوده است. یافته‌های مطالعه فراترکیب به‌عنوان ورودی در مطالعه دلفی فازی در قالب پرسشنامه الکترونیکی تهیه شد. با در نظر گرفتن روایی و پایایی لازم پرسش‌نامه نهایی با کمک فناوری Google Form به اعضای پانل ارسال گردید. در نهایت پس از سه مرحله توزیع پرسش‌نامه الکترونیکی و دریافت نظرات پانل خبرگان و انجام تجزیه و تحلیل (محاسبات فازی) اجماع لازم در خصوص مفاهیم و

1. Hsu
2. Kannan
3. Zadeh
4. Bouzon
5. Noorderhaven
6. Mullen
7. Cavalli-Sforza
8. Okoli and Pawlowski

مقوله‌ها بدست آمد و خروجی نهایی مطالعه در قالب چارچوب مفهومی پژوهش تدوین شد. مشخصات اعضای پانل خبرگان پژوهش در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲. مشخصات اعضای پانل خبرگان پژوهش

شماره	عنوان	سابقه کاری مرتبط	سطح تحصیلات
۱	مدرس دانشگاه	۱۰	دکتری
۲	مدرس دانشگاه	۱۲	دکتری
۳	مدرس دانشگاه	۸	دکتری
۴	مدرس دانشگاه	۵	دکتری
۵	مدرس دانشگاه	۱۱	دکتری
۶	مدرس دانشگاه	۷	دکتری
۷	مدیر فناوری اطلاعات	۱۰	دکتری
۸	مدیر فناوری اطلاعات	۸	دکتری
۹	محقق در رشته فناوری اطلاعات	۶	دکتری
۰	محقق در رشته فناوری اطلاعات	۴	دکتری
۱	محقق در رشته فناوری اطلاعات	۷	کارشناسی ارشد
۲	محقق در رشته فناوری اطلاعات	۳	کارشناسی ارشد
۳	کارشناس اجرایی فناوری اطلاعات	۵	کارشناسی ارشد
۴	کارشناس اجرایی فناوری اطلاعات	۸	کارشناسی ارشد
۵	کارشناس اجرایی فناوری اطلاعات	۴	کارشناسی

روش بهترین و بدترین فازی[1] (اولویت‌بندی مقوله‌ها و مفاهیم چارچوب مفهومی)

رضایی[2] در سال ۲۰۱۵ روش بهترین و بدترین (BWM) را به‌عنوان روشی تازه مطرح نمود. این روش وزن عوامل را با راحتی و دقتی بیشتر، همراه با زمان مقایسه کمتر و پیوستگی و ثبات بیشتر ارائه می‌نماید. گوو و ژائو[3] (۲۰۱۷) مدلی ترکیبی پیشنهاد نمودند که برای رسیدن به دقت بالاتر در تصمیم‌گیری، روش فازی را با روش BWM ترکیب می‌نماید (مو[4] و همکاران، ۲۰۱۶). برای تصمیم‌گیری گروهی، یک روش شهودگرای BWM فازی کثرت‌زا را پیشنهاد نمودند (حافظ الکتب و حافظ الکتب[5]، ۲۰۱۷). نیز متدی پیشنهاد کردند که بر مبنای روش بهترین و بدترین فازی (FBMW) تصمیمات انفرادی و گروهی را تلفیق می‌نماید. در مطالعه پیش رو، درجه ترجیح فازی تمام متغیرها در قالب مجموعه‌های فازی مثلثی مورد ارزیابی قرار گرفته است. یک

1. Fuzzy Best and Worst Method
2. Rezaei
3. Guo and Zhao
4. Mou
5 Hafezalkotob and Hafezalkotob

مدل فازی برنامه‌نویسی ریاضیاتی برای به دست آوردن وزن‌های مقوله‌ها و مفاهیم چارچوب مفهومی در مراحل زیر ایجاد گردید:

مرحله ۱: تشکیل سیستم تصمیم‌گیری استاندارد (در این مرحله، بر مبنای مرور ادبیات و نظرات خبرگان حوزه، سیستم ارزیابی زیرمؤلفه‌ها باید مشخص گردد. فرض می‌شود برای مورد تحقیق n زیرمؤلفه وجود دارد $\{s_1, s_1, \dots, s_n\}$.)

مرحله ۲: تعیین بهترین (بااهمیت‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) مؤلفه یا زیرمؤلفه.

مرحله ۳: به دست آوردن بردار BO[1] (ترجیحات فازی بهترین زیرمؤلفه نسبت به بقیه با استفاده از اعداد فازی مثلثی مانند جدول ۳- ۱ مشخص می‌گردد).

مرحله ۴: به دست آوردن بردار OW[2] (تصمیم گیرنده ترجیحات فازی تمامی زیرمؤلفه‌ها را نسبت به بدترین زیرمؤلفه با استفاده از اعداد فازی مثلثی مشخص می‌شود).

مرحله ۵: تعیین وزن‌های بهینه فازی $(\omega_1^*, \omega_2^*, \dots, \omega_n^*)$

ضرایب وزنی ایده‌آل برای هر زیرمؤلفه از روابط زیر تبعیت می‌کند:

$$\frac{\tilde{\omega}_i}{\tilde{\omega}_w} = \tilde{q}_{bi} \text{ و } \frac{\tilde{\omega}_b}{\tilde{\omega}_i} = \tilde{q}_{bi}$$

می‌توان وزن مؤلفه و زیرمؤلفه را از بیشینه و کمینه ساختن اختلاف مطلق $\left|\frac{\tilde{\omega}_b}{\tilde{\omega}_i} - \tilde{q}_{bi}\right|$ و $\left|\frac{\tilde{\omega}_i}{\tilde{\omega}_w} - \tilde{q}_{iw}\right|$ به دست آورد که در آن $\tilde{\omega}_b$، $\tilde{\omega}_b$ و $\tilde{\omega}_b$ اعداد فازی مثلثی هستند و $\tilde{\omega}_i = (l_i^{\omega}, m_i^{\omega}, u_i^{\omega})$. در این رابطه l_i^{ω} کران پایینی ضریب وزنی مؤلفه و زیرمؤلفه i، m_i^{ω} کران وسط و u_i^{ω} کران بالایی می‌باشد. سپس وزن بهینه از حل مسئله بهینه‌سازی غیرخطی با محدودیت که در ذیل ارائه شده است می‌تواند به دست آید.

$$\min \zeta^*$$
$$s.t = \begin{cases} \left|\frac{\tilde{\omega}_i}{\tilde{\omega}_b} - \tilde{q}_{bi}\right| \le \zeta^* \\ \left|\frac{\tilde{\omega}_i}{\tilde{\omega}_w} - \tilde{q}_{iw}\right| \le \zeta^* \\ \sum_{i=1}^{n} R(\omega_i) = 1 \\ l_i^{\omega} \le m_i^{\omega} \le u_i^{\omega} \\ l_i^{\omega} \ge 0 \\ i = 1,2 \dots, n \end{cases} \quad (4)$$

1. best-to-others
2. others-to-worst

در صورتی که $\zeta^* = (h^*, h^*, h^*)$ و $R(\omega_i) = \frac{l_i + 4m_i + u_i}{6}$ باشد، معادله مذکور برای داشتن جزئیات بیش‌تر می‌تواند به حالت زیر تغییر شکل یابد:

$$s.t = \begin{cases} \left| \frac{(l_b^\omega, m_b^\omega, u_b^\omega)}{(l_i^\omega, m_i^\omega, u_i^\omega)} - (l_{bi}, m_{bi}, u_{bi}) \right| \le (h^*, h^*, h^*) \\ \left| \frac{(l_i^\omega, m_i^\omega, u_i^\omega)}{(l_w^\omega, m_w^\omega, u_w^\omega)} - (l_{iw}, m_{iw}, u_{iw}) \right| \le (h^*, h^*, h^*) \\ \sum_{i=1}^{n} R(\omega_i) = 1 \\ l_i^\omega \le m_i^\omega \le u_i^\omega \\ l_i^\omega \ge 0 \\ i = 1, 2 \dots, n \end{cases} \quad (5)$$

در این جا $\tilde{q}_{bi} = (l_{bi}, m_{bi}, u_{bi})$ و $\tilde{q}_{iw} = (l_{iw}, m_{iw}, u_{iw})$ می‌باشد.

وزن زیرمؤلفه فازی که با عدد فازی مثلثی $\tilde{\omega}_i = (l_i^\omega, m_i^\omega, u_i^\omega)$ نمایش داده شده است در این مرحله به عدد قطعی تبدیل می‌گردد.

تابع $R(\tilde{\omega}_i)$ جهت رفع ابهام اعداد مبهم به کار می‌رود، پس وزن هر مؤلفه و زیرمؤلفه می‌تواند به دست آید.

مرحله ۶: تعیین نرخ سازگاری (CR[1]) برای روش بهترین و بدترین

CR نشانگر مناسبی برای تعیین سازگاری مقایسات زوجی می‌باشد. یک مقایسه زمانی کاملاً پیوسته ارزیابی می‌شود که معادله پیش رو برقرار باشد: $\tilde{q}_{bi} \times \tilde{q}_{iw} = \tilde{q}_{bw}$، که $\tilde{q}_{bi}$، $\tilde{q}_{iw}$ و $\tilde{q}_{bw}$ در این فرمول به ترتیب ترجیح فازی بهترین زیرمؤلفه نسبت به زیرمؤلفه i، ترجیح فاز زیرمؤلفه i نسبت به بدترین زیرمؤلفه و ترجیح فازی بهترین زیرمؤلفه نسبت به بدترین زیرمؤلفه می‌باشند. CR می‌تواند نشانگر درجه سازگاری یک مقایسه فازی زوجی باشد. گوو و ژائو در سال ۲۰۱۷ مدلی جهت محاسبه نرخ سازگاری پیشنهاد کرده‌اند. با توجه به این‌که ناسازگاری زمانی که $\tilde{q}_{bi} \times \tilde{q}_{iw} \neq \tilde{q}_{bw}$ اتفاق می‌افتد، حداکثر ناسازگاری زمانی که $\tilde{q}_{bi} = \tilde{q}_{iw} = \tilde{q}_{bw}$ باشد رخ خواهد داد که در این صورت می‌توان برای برقراری رابطه شماره ۶ متغیر ζ را محاسبه نمود:

$$\widetilde{(q_{b\omega} - \zeta)} \times (\tilde{q}_{bw} - \zeta) = (\tilde{q}_{bw} + \zeta) \quad (6)$$

گوو و ژائو (۲۰۱۷) مطرح کردند که از کران بالایی (u_{bw}) برای محاسبه CR می‌توان استفاده کرد، لذا رابطه ۶ را به صورت زیر (رابطه ۷) می‌توان بازنویسی نمود:

$$\zeta^2 - (1 + 2u_{bw})\zeta + (u_{bw}^2 - u_{bw}) = 0 \quad (7)$$

1. Consistency Ratio

در حالی که $\tilde{q}_{bw} = (l_{bw}, m_{bw}, u_{bw})$ و مطابق با جدول ۳، مقادیر u_{bw} به صورت مقابل می‌باشد: $u_{bw} = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$

بیش‌ترین مقدار ممکن برای ζ که به‌عنوان شاخص سازگاری(CI[1]) لحاظ می‌شود، می‌تواند از معادله ۷ به دست آید. مقادیر شاخص سازگاری برای مقادیر مختلف u_{bw} در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳. مقادیر شاخص سازگاری برای مقادیر مختلف u_{bw}

متغیرهای زبانی	$\tilde{q}_{bw}$	شاخص سازگاری (CI)
به یک اندازه با اهمیت (EI)	(۱،۱،۱)	۳,۰۰
بین هر دو	(۱،۲،۳)	۶,۰۰
کمی با اهمیت (SI)	(۲،۳،۴)	۷,۳۶
بین هر دو	(۳،۴،۵)	۸,۶۹
نسبتاً با اهمیت (FI)	(۴،۵،۶)	۱۰,۰۰
بین هر دو	(۵،۶،۷)	۱۱,۲۷
خیلی با اهمیت (VI)	(۶،۷،۸)	۱۲,۵۳
بین هر دو	(۷،۸،۹)	۱۳,۷۷
کاملاً با اهمیت (AI)	(۸،۹،۱۰)	۱۵,۰۰

مرحله ۷: تعیین وزن‌های مؤلفه یا زیرمؤلفه (با فرض استفاده از نظر k نفر متخصص، وزن مؤلفه یا زیرمؤلفه j می‌تواند از طریق بردار $\tilde{\omega}_j = \{\omega_j^1, \omega_j^2, \dots, \omega_j^k\}$ به دست آید و وزن مؤلفه یا زیرمؤلفه از طریق گرفتن میان تمامی مقادیر $\tilde{\omega}_j$ به دست می‌آید).

$$\omega = \frac{1}{k}\left[\omega_j^1 + \omega_j^2 + \omega_j^3 + \cdots + \omega_j^k\right] \quad (8)$$

یافته‌های پژوهش

پس از اتمام فرآیند ارزیابی و انتخاب منابع، یافته‌های منابع منتخب به‌صورت دقیق و تفصیلی مورد بررسی قرار گرفته و در مجموع ۴۸۱ داده خام مرتبط با مفهوم انتخاب خدمت ابری شناسایی شد. پس از طی شدن فرآیند کدگذاری، به ۲۵۹ کد یکتا تقلیل یافت و در قالب ۳۱مفهوم و ۵ مقوله سازماندهی شد. به‌منظور بررسی پایایی نتایج کدگذاری، از روش توافق دو کدگذار بر مبنای ضریب کاپا استفاده شد و سه نمونه از متون اصلی کدگذاری شده توسط پژوهشگر، برای ارزیابی در اختیار یکی از خبرگان موضوعی قرار گرفت و ۳۲کد استخراج گردید.

1. Consistency Index

براساس داده‌های جدول (۴)، مقدار ضریب کاپا برای نتایج کدگذاری دو محقق، عدد ۰,۶۴۷ به دست آمد که از آستانه قابل قبول آن، یعنی ۰,۶ بیشتر است.

جدول ۴. جدول تقاطعی جمع‌بندی نظرات دو کدگذار برای بررسی توافق

		کدگذار دوم		
		۰	۱	مجموع کدگذار دوم
کدگذار اول	۰	۳۲	۵	۳۷
	۱	۶	۲۳	۲۹
	مجموع کدگذار اول	۳۱	۳۸	۲۸

با توجه به اینکه سطح معناداری برای ضریب کاپا کوچکتر از ۰,۰۵ بوده است، فرض استقلال کدهای استخراجی رد شده و وابستگی آن‌ها به یکدیگر تأیید می‌شود. از این رو می‌توان ادعا کرد که نتایج کدگذاری از پایایی کافی برخوردار است. در مرحله بعد، چارچوب اولیه حاصل از مرور نظام‌مند ادبیات در قالب پرسشنامه دور نخست دلفی در اختیار اعضای پنل قرار گرفته و از ایشان درخواست شد که ایده‌ها، پیشنهادات و نقطه نظرات اصلاحی و تکمیلی خود را در خصوص هر یک از ابعاد و عناصر سازنده چارچوب اولیه پژوهش، اعلام نمایند. در این مرحله در مجموع ۴۳ ایده خام توسط اعضای پنل ارائه شد که پس از یکسان‌سازی واژگان واختصاص کدهای واحد به ایده‌های مشترک وحذف موارد تکراری، به شناسایی ۲۶ ایده جدید و یکتا منتهی گردید. نظرات کارشناسان پس از سه مرحله توزیع پرسشنامه همگرا شد. بدین‌صورت که در دور نتایج پرسشنامه به اعداد فازی مثلثی تبدیل گشت و مقادیر فازی‌زدایی شده بعد از انجام محاسبات به دست آمد. نتایج اجرای دلفی فازی نشان داد که ۱۱ مفهوم "برگشت‌پذیری و خاتمه، رمزنگاری، حسابرسی، دسته‌بندی داده‌ها، قوانین جمع‌آوری داده، کاهش داده، تحمیل موانع سازمانی و فنی، استانداردها و مکانیزم‌های تصدیق، استفاده از ابر نظیر، حمایت مدیر ارشد و فرهنگ"، با توجه به این‌که نمره‌ای کمتر از حد آستانه (نمره ۷) کسب نموده بودند، حذف گشتند و بعد از غربال‌گری تعداد مفهوم‌ها به ۲۷ مورد کاهش پیدا نمود. نتایج ارزشیابی مقوله‌های چارچوب مفهومی بعد از غربال‌گری در جدول (۵) لیست شده‌اند. براساس نظر چنگ و لین[1] (۲۰۰۲) توقف فرایند نظرسنجی زمانی است که تفاوت میزان فازی‌زدای شده هر مرحله با مرحله قبلی کمتر از ۰/۲ باشد که در این تحقیق تفاوت مقدار فازی‌زدایی شده مرحله دوم و سوم برای شاخص‌های تأییدشده کمتر از ۰/۲ بود.

1. Cheng & Lin

جدول ۵. نتایج ارزشیابی مؤلفه‌ها بعد از غربال‌گری

مقوله	مفهوم	Min-Max	میانگین	نمره فازی زدایی
عملکرد D1	دسترس پذیری C11	۴-۱۰	۹,۰۵۱	۸,۷۶۲
	زمان پاسخگویی/تاخیر C12	۴-۱۰	۸,۹۸۸	۸,۰۴۵
	ظرفیت C13	۳-۱۰	۸,۰۰۳	۷,۴۱۴
	قابلیت‌ها C14	۲-۱۰	۷,۵۲۴	۷,۰۵۲
	پشتیبانی C15	۱-۱۰	۷,۲۲۰	۷,۰۰۸
	آسانی استفاده C16	۲-۱۰	۸,۰۵۳	۷,۸۹۲
	مقیاس پذیری C17	۳-۱۰	۸,۲۳۰	۸,۰۱۸
امنیت D2	قابلیت اطمینان C21	۴-۱۰	۸,۷۰۴	۸,۰۳۷
	احراز هویت/ میزان دسترسیC22	۱-۱۰	۷,۰۰۵	۷,۰۲۰
	مدیریت حوادث و گزارش C23	۲-۱۰	۷,۰۵۲	۷,۵۲۲
	ثبت رویداد و نظارت C24	۲-۱۰	۷,۱۲۵	۷,۰۸۵
	مدیریت آسیب پذیری C25	۱-۱۰	۷,۰۱۹	۷,۰۱۱
	حاکمیت C26	۴-۱۰	۸,۵۶۰	۸,۰۱۴
مدیریت داده D3	تهیه نسخه پشتیبان و بازیابی C31	۲-۱۰	۷,۰۵۵	۷,۰۹۲
	چرخه حیات داده C32	۱-۱۰	۷,۰۴۱	۷,۰۸۰
	قابلیت انتقال داده C33	۲-۱۰	۸,۰۱۳	۸,۰۰۲
محافظت از داده شخصی D4	محدودیت های استفاده، نگهداری و افشا C41	۱-۱۰	۷,۵۲۰	۷,۰۹۱
	شفافیت و اطلاع رسانی C42	۳-۱۰	۸,۲۵۰	۸,۰۵۵
	مسئولیت پذیری C43	۲-۱۰	۷,۹۱۸	۷,۰۱۰
	موقعیت جغرافیایی داده C44	۴-۱۰	۸,۷۵۱	۸,۰۱۵
سازمانی - محیطی D5	اثر ابر بر محیط زیست C51	۳-۱۰	۷,۵۲۱	۷,۰۲۹
	آموزش کارکنان C52	۴-۱۰	۸,۷۹۰	۸,۱۲۰
	شهرت تامین‌کننده خدمات C53	۲-۱۰	۸,۰۲۵	۷,۵۰۴
	هزینه اجاره C54	۴-۱۰	۹,۰۳۹	۸,۵۲۲

هزینه شبکه C55	۴-۱۰	۸,۸۷۰	۸,۲۱۳
بازخورد کاربران C56	۴-۱۰	۸,۵۶۰	۷,۹۸۸
سیاست‌های سازمان C57	۳-۱۰	۷,۹۲۵	۷,۰۲۵

در این پژوهش برای رتبه‌بندی مقوله در چارچوب مفهومی، از متخصصین خواسته شد تا مهم‌ترین مقوله از بین پنج مقوله اصلی در مهم‌ترین مفاهیم در هر مقوله را مشخص نمایند. به طور مشابه، کم اهمیت‌ترین مقوله و مفهوم نیز براساس نظر کارشناسان انتخاب گردید. جدول (۶) بهترین و بدترین مفاهیم انتخاب شده توسط کارشناسان را نشان می‌دهد.

جدول ۶. نظر ۱۵ کارشناس در مورد تعیین بهترین و بدترین مؤلفه

مقوله	تعیین شده به‌عنوان بهترین توسط کارشناس شماره	تعیین شده به‌عنوان بدترین توسط کارشناس شماره
D1	۱,۳,۴,۹,۱۱,۱۲,۱۳	
D2	۲,۸,۱۵	
D3		۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸,۹,۱۰,۱۱,۱۲,۱۳,۱۵
D4		۱۴
D5	۵,۶,۷,۱۰,۱۴	

بعد از انتخاب بهترین و بدترین مقوله‌ها و مفاهیم، از کارشناسان خواسته شد تا ترجیح بهترین مورد نسبت به بقیه و ترجیح بقیه نسبت بدترین مورد را مشخص نمایند که نتایج جدول (۷ و ۸) به دست آمد.

جدول ۷. بردار مؤلفه BO برای ۱۵ کارشناس

شماره کارشناس	بهترین مؤلفه	D1	D2	D3	D4	D5
۱	D1	(۱,۱,۱)	(۲,۳,۴)	(۵,۶,۷)	(۳,۴,۵)	**(۱,۲,۳)**
۲	D2	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	**(۱,۱,۱)**
۳	D1	(۱,۱,۱)	(۱,۲,۳)	(۶,۷,۸)	(۱,۲,۳)	**(۲,۳,۴)**
۴	D1	(۱,۱,۱)	(۲,۳,۴)	(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	**(۱,۱,۱)**
۵	D5	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۸,۹,۱۰)	(۴,۵,۶)	**(۱,۱,۱)**
۶	D5	(۱,۱,۱)	(۳,۴,۵)	(۵,۶,۷)	(۲,۳,۴)	**(۱,۱,۱)**
۷	D1	(۱,۱,۱)	(۳,۴,۵)	(۶,۷,۸)	(۴,۵,۶)	**(۱,۲,۳)**
۸	D2	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۶,۷,۸)	(۱,۱,۱)	**(۲,۳,۴)**
۹	D1	(۱,۱,۱)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۲,۳,۴)	**(۱,۱,۱)**
۱۰	D5	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۷,۸,۹)	(۴,۵,۶)	**(۱,۱,۱)**

۱۱	D1	(۱,۱,۱)	(۱,۲,۳)	(۸,۹,۱۰)	(۲,۳,۴)	**(۴,۵,۶)**
۱۲	D1	(۱,۱,۱)	(۲,۳,۴)	(۶,۷,۸)	(۲,۳,۴)	**(۲,۳,۴)**
۱۳	D1	(۱,۱,۱)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۲,۳,۴)	**(۱,۱,۱)**
۱۴	D5	(۲,۳,۴)	(۳,۴,۵)	(۷,۸,۹)	(۴,۵,۶)	**(۱,۱,۱)**
۱۵	D2	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	**(۱,۱,۱)**

جدول ۸. بردار مؤلفه OW برای ۱۵ کارشناس

شماره کارشناس	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
بدترین مؤلفه	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D3	D4	**D3**
D1	(۵,۶,۷)	(۶,۷,۸)	(۶,۷,۸)	(۷,۸,۹)	(۷,۸,۹)	(۵,۶,۷)	(۶,۷,۸)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۵,۶,۷)	(۸,۹,۱۰)	(۶,۷,۸)	(۷,۸,۹)	(۵,۶,۷)	**(۶,۷,۸)**
D2	(۴,۵,۶)	(۷,۸,۹)	(۵,۶,۷)	(۶,۷,۸)	(۸,۹,۱۰)	(۴,۵,۶)	(۳,۴,۵)	(۶,۷,۸)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۲,۳,۴)	(۵,۶,۷)	(۸,۹,۱۰)	(۴,۵,۶)	**(۵,۶,۷)**
D3	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	(۳,۴,۵)	**(۱,۱,۱)**
D4	(۳,۴,۵)	(۱,۱,۱)	(۵,۶,۷)	(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۴,۵,۶)	(۲,۳,۴)	(۶,۷,۸)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۳,۴,۵)	(۵,۶,۷)	(۸,۹,۱۰)	(1,1,1)	**(۵,۶,۷)**
D5	(۴,۵,۶)	(۵,۶,۷)	(۳,۴,۵)	(۷,۸,۹)	(۸,۹,۱۰)	(۵,۶,۷)	(۴,۵,۶)	(۳,۴,۵)	(۵,۶,۷)	(۷,۸,۹)	(۵,۶,۷)	(۵,۶,۷)	(۸,۹,۱۰)	(۴,۵,۶)	**(۳,۴,۵)**

وزن مقوله‌ها و مفاهیم با استفاده از مدلی خطی با توجه به رابطه ۸ محاسبه گردید. در این نظرسنجی تمامی کارشناسان سابقه کاری زیادی در حیطه محاسبات ابری داشته‌اند و نظرات

آن‌ها از نظر میزان اهمیت، یکسان در نظر گرفته شده است. در این راستا، میانگین وزنی مقوله‌ها و مفاهیم با نظر کارشناسان به دست آمد که در جدول (۹) رتبه‌بندی شده است.

جدول ۹. وزن نهایی مقوله‌ها و مفاهیم

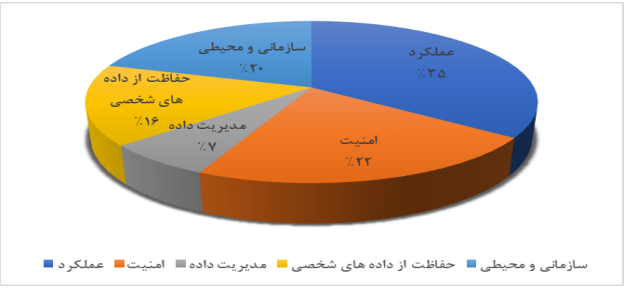
مقوله	وزن مقوله	مفهوم	وزن مفهوم	رتبه مفهوم
عملکرد D1	0.348	دسترس‌پذیری C11	۰,۱۱۲۰۵۶	۱
		زمان پاسخگویی/تاخیر C12	۰,۰۹۷۰۹۲	۲
		ظرفیت C13	۰,۰۵۱۵۰۴	۵
		قابلیت‌ها C14	۰,۰۰۸۷	۲۶
		پشتیبانی C15	۰,۰۱۰۴۴	۲۵
		آسانی استفاده C16	۰,۰۳۷۲۳۶	۱۲
		مقیاس پذیری C17	۰,۰۳۰۹۷۲	۱۳
امنیت D2	0.221	قابلیت اطمینان C21	۰,۰۷۱۶۰۴	۳
		احراز هویت / میزان دسترسی C22	۰,۰۱۳۷۰۲	۲۳
		مدیریت حوادث و گزارش C23	۰,۰۲۹۳۹۳	۱۴
		ثبت رویداد و نظارت C24	۰,۰۱۹۶۶۹	۲۱
		مدیریت آسیب پذیری C25	۰,۰۴۱۷۶۹	۹
		حاکمیت C26	۰,۰۴۴۸۶۳	۷
مدیریت داده D3	0.067	تهیه نسخه پشتیبان و بازیابی C31	۰,۰۲۸۲۷۴	۱۵
		چرخه حیات داده C32	۰,۰۱۲۳۹۵	۲۴
		قابلیت انتقال داده C33	۰,۰۲۶۳۳۱	۱۷
محافظت از داده شخصی D4	0.161	محدودیت‌های استفاده، نگهداری و افشا C41	۰,۰۲۷۸۵۳	۱۶
		شفافیت و اطلاع رسانی C42	۰,۰۴۳۴۷	۸
		مسئولیت‌پذیری C43	۰,۰۴۱۰۵۵	۱۱
		موقعیت جغرافیایی داده C44	۰,۰۴۸۶۲۲	۶
سازمانی و محیطی D5	0.203	اثر ابر بر محیط زیست C51	۰,۰۱۵۲۲۵	۲۲
		آموزش کارکنان C52	۰,۰۲۲۱۲۷	۱۹
		شهرت تامین‌کننده خدمات C53	۰,۰۲۵۳۷۵	۱۸
		هزینه اجاره C54	۰,۰۶۹۲۲۳	۴
		هزینه شبکه C55	۰,۰۴۱۲۰۹	۱۰
		بازخورد کاربران C56	۰,۰۲۱۷۲۱	۲۰
		سیاست‌های سازمان C57	۰,۰۰۸۱۲	۲۷

با محاسبه مقادیر نرخ سازگاری برای تمام مؤلفه‌ها از نظرات کارشناسان، تمامی آن‌ها مقادیری زیر ۰,۱ داشتند. مقادیر کمتر نشان از سازگاری بیشتر در مقایسات زوجی دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف دستیابی به چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه های آموزش الکترونیک در سه گام اصلی صورت پذیرفت. **گام اول** بررسی نظام‌مند ادبیات پژوهش به‌منظور استخراج ابعاد و مؤلفه‌های چارچوب مفهومی، ابتدا با جستجوی مطالعات این حوزه در ۶ پایگاه معتبر علمی و در پنج گام، تعداد ۱۰۵ مقاله کاملاً مرتبط بدست آمد و این مقالات با رویکرد فراترکیب مورد بررسی قرار گرفت و خروجی کد گذاری باز شامل ۲۵۹ کد یکتا در قالب ۳۱ مفهوم در ۵ بعد سازماندهی گردید. در **گام دوم** با هدف پالایش و تأیید ابعاد و مؤلفه‌های اکتشافی از روش دلفی فازی استفاده گردید، بعد از سه دور اجماع لازم در خصوص ابعاد و مؤلفه‌های انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک بدست آمد و خروجی نهایی مطالعه در قالب چارچوب مفهومی پژوهش تدوین شد. این چارچوب دارای ۵ بعد (عملکردی، امنیتی، مدیریت داده، حفاظت از داده‌های شخصی، محیطی و سازمانی) و با ۲۷ مؤلفه می‌باشد. در **گام نهایی** با استفاده از روش بهترین بدترین فازی هر یک از مؤلفه‌های چارچوب پیشنهادی رتبه‌بندی شده و وزن نهایی ابعاد و مؤلفه‌های چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری محاسبه گردید. نتایج نشان داد که مقوله عملکرد (D1، ٪۳۴,۸) بیشترین تأثیر را در انتخاب خدمت ابری سامانه‌های آموزش الکترونیک داراست و دسترس‌پذیری (C11، ٪۱۱,۲) و زمان پاسخگویی/تأخیر (C12، ٪۹,۲) رتبه‌های اول و دوم را از بین ۲۷ زیرمؤلفه دیگر به خود اختصاص دادند. بنابراین در انتخاب خدمت ابری می‌بایست توجه بیشتری معطوف به مؤلفه عملکرد گردد. مولفه امنیت (D2، ٪۲۲,۱) در رتبه دوم اهمیت در انتخاب خدمت است، سازمان‌ها و مؤسسات آموزشی می‌بایست برای انتخاب خدمت ابری توجه زیادی در خصوص مباحث امنیتی مانند قابلیت اطمینان (C21، ٪۸,۹)، حاکمیت (C26، ٪۴,۵) و مدیریت آسیب‌پذیری (C25، ٪۴,۲) داشته باشند. عامل سوم تعیین‌کننده، مؤلفه سازمانی - محیطی (D5، ٪۲۰,۳) می‌باشد. از آنجایی که اقبال به سامانه‌های مبتنی بر ابر در مراکز آموزشی علاوه بر دسترس‌پذیری آموزشی بر کاهش هزینه‌ها نیز تأکید دارد لازم است برای مدیریت هزینه‌ها در انتخاب خدمت ابری علاوه بر هزینه اجاره (C54، ٪۶,۹) به هزینه شبکه (C55، ٪۴,۱) نیز توجه گردد. نکته مهم در این بخش این است که مدیران فناوری اطلاعات می‌بایست به مجموع هزینه

(هزینه اجاره و هزینه ISP انتقال داده) توجه نمایند. محافظت از داده شخصی (D4، ۱۶٫۱٪) را نیز نمی‌توان نادیده گرفت. مدیران فناوری اطلاعات ملزم به پیروی از سیاست‌های سازمانی هستند که شامل سیاست‌های موقعیت جغرافیایی داده (C44، ۴٫۹٪) و شفافیت و اطلاع‌رسانی (C42، ۴٫۳٪) تأمین‌کنندگان خدمت ابری می‌باشد. در یک جمع‌بندی یافته‌های تحقیق حاضر، همانطور که در شکل (۵) نیز ملاحظه می‌گردد، از نظر خبرگان در انتخاب خدمت ابری بیشترین وزن را بعد عملکردی با ۳۵ درصد و امنیتی با ۲۲ درصد به خود اختصاص داده‌اند. انتخاب صحیح خدمت برای سامانه آموزش الکترونیک نیازمند توجه به کلیه ابعاد و با در نظر گرفتن سهم وزنی بدست آمده در چارچوب مفهومی است.



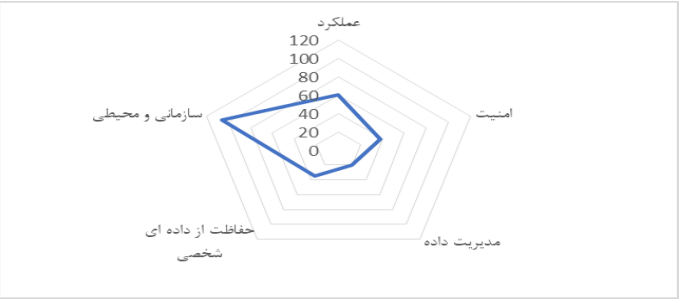
شکل ۵. مقایسه سهم وزنی ابعاد چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری

در چارچوب مفهومی بدست آمده از پژوهش بیشترین تعداد اجزای مربوط بعد سازمانی و محیطی با ۱۰۶ با ضریب وزنی ۲۰ درصد و بعد عملکردی با ۶۰ جزء مفهومی و ضریب وزنی ۳۵ درصد مربوط است. تعدد مؤلفه‌ها در این دو بخش را مدیران مؤسسات بایستی با در نظر گرفتن شرایط مؤسسه و سیاست‌های سازمانی خود در تصمیم‌گیری لحاظ نمایند. جدول (۱۰) توزیع حجمی اجزای مفهومی چارچوب انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک را نشان داده شده است.

جدول ۱۰. جدول توزیع حجمی اجزای مفهومی چارچوب انتخاب خدمت ابری مناسب

بعد مفهومی	تعداد دسته‌های مفهومی	تعداد اجزای مفهومی
عملکرد	۷	۶۰
امنیت	۶	۳۸
مدیریت داده	۳	۲۰
حفاظت از داده‌های شخصی	۴	۳۵
سازمانی و محیطی	۷	۱۰۶
کل	۲۷	۲۵۹

هم‌چنین در چارچوب پیشنهادی این پژوهش از منظر قدرت بازنمایی مؤلفه‌ها سه مؤلفه سازمانی و محیطی، عملکرد و امنیت دارای بیشترین قدرت هستند و بلاشک در تصمیمات نهایی برای انتخاب زیرساخت‌های ابری باید به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در نظر گرفته شوند. شکل (۶) قدرت بازنمایی ابعاد چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک را از منظر تعداد اجزاء نشان می‌دهد.



شکل ۶. مقایسه قدرت بازنمایی ابعاد چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری

طبق آمارگیری انجام‌شده توسط رایت‌اسکیل[1] از ۹۹۷ مدیر فنی، مدیر و کاربران محیط ابری در سال ۲۰۱۸، ٪۹۶ آن‌ها از خدمت‌های ابری استفاده می‌کردند که بیانگر علاقه‌ی سازمان‌ها به استفاده از مدل محاسبات ابری است (وینز، ۲۰۱۸). با این وجود، انتخاب خدمت مناسب با افزایش تنوع خدمات ابری به امری پیچیده تبدیل شده است که دغدغه بسیاری از مدیران فناوری اطلاعات است. عواقب انتخاب ناصحیح این خدمات برای سازمان‌ها و مؤسسات آموزشی بیشتر از یک خسارت صرفاً تجاری است و در بسیاری از موارد عدم کارایی سامانه آموزش الکترونیک ناشی از انتخاب نامناسب خدمت ابری منجر به خسارات حیثیتی و شهرتی به مؤسسه شده و موجودیت سازمان را به خطر می‌اندازد. این پژوهش با بررسی جامع مطالعات این حوزه، چارچوب مفهومی انتخاب خدمت ابری مناسب برای سامانه‌های آموزش الکترونیک را ارائه نموده و ضمن تعیین ابعاد و مؤلفه‌های تأثیرگذار در انتخاب خدمت ابری اقدام به تعیین میزان اهمیت هر مؤلفه از نظر خبرگان این حوزه کرده است. بعد **عملکردی** خدمت ابری باضریب اهمیت ۳۵ درصد شامل ۷ مؤلفه "دسترس‌پذیری، زمان پاسخگویی/تأخیر، ظرفیت، قابلیت‌ها، پشتیبانی، آسانی استفاده، مقیاس‌پذیری" است. بعد **امنیتی** خدمت ابری باضریب اهمیت ۲۲ درصد شامل ۶ مقوله "قابلیت اطمینان، احراز هویت / میزان دسترسی، مدیریت حوادث و گزارش، ثبت رویداد و نظارت، مدیریت آسیب‌پذیری، حاکمیت" می‌باشد. بعد **مدیریت داده** در خدمت ابری باضریب

1. Right Scale

اهمیت ۷ درصد ۳ مؤلفه "تهیه نسخه پشتیبان و بازیابی، چرخه‌ی حیات داده، قابلیت انتقال داده" است. بعد **حفاظت از داده‌های شخصی** در خدمت ابری با ضریب اهمیت ۱۶ درصد شامل ۴ مؤلفه "محدودیت‌های استفاده- نگهداری و افشا، شفافیت و اطلاع‌رسانی، مسئولیت‌پذیری، موقعیت جغرافیای داده" می‌باشد. بعد **محیطی و سازمانی** در خدمت ابری با ضریب اهمیت ۲۰ درصد شامل ۷ مؤلفه "اثر ابر بر محیط زیست، شهرت تأمین‌کننده خدمات، هزینه اجاره، هزینه شبکه/داده، سیاست‌های سازمان، آموزش کارکنان، بازخورد کاربران" است. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که مهم‌ترین ویژگی مدنظر در انتخاب خدمت ابری برای مؤسسات آموزشی باید دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان باشد، به بیان دیگر قابل استفاده بودن خدمت در زمان تقاضا و ه‌چنین اجرای درست و بدون شکست عملکرد خدمت ابری در بازه زمانی استفاده آن مطابق توافق‌نامه سطح خدمت در درجه اول اهمیت است. در اولویت بعدی پارامترهای شبکه مانند زمان پاسخ که مستقیماً توسط تأمین‌کننده قابل کنترل نیستند، قابل توجه است. اصلی‌ترین حوزه‌ی حاکمیت، مدیریت تغییرات و به‌روزرسانی‌های خدمت ابری لذا در انتخاب خدمت بایستی به به‌روز بودن خدمت و نحوه کنترل آن اهمیت داده شود. در گام بعد خصیصه‌های سخت‌افزاری خدمت مانند گذردهی، حافظه در انتخاب خدمت واجد اهمیت است. از طرفی ذخیره‌سازی دارایی اطلاعات سازمان باید در موقعیت جغرافیایی باشد که با سیاست‌های سازمان همخوانی داشته باشد و از نظر حفاظت اطلاعات سطح امنیتی مورد نظر را فراهم نماید. موسسات آموزشی همواره به دنبال کاهش هزینه‌های عملیاتی خود می‌باشند اما نکته‌ای که در نتایج این تحقیق قابل ذکر است را می‌توان توجه به هزینه شبکه (اتصال به اینترنت و هزینه‌های انتقال اطلاعات بین ماشین‌های مجازی)، علاوه بر هزینه اجاره خدمت دانست به بیان دیگر تابع هزینه مدنظر در اجاره خدمت ابری مجموع هزینه اجاره و هزینه شبکه را شامل می‌گردد، که در بسیاری از رویکردهای انتخاب خدمت ابری در نظر گرفته نشده است. در نهایت سهولت استفاده رابط کاربری خدمت و توانایی تأمین‌کننده در افزایش خودکار منابع در زمان نیاز (مقیاس‌پذیری) نیز از اهمیت درخوری برخوردار است. به نظر می‌رسد استفاده از روش‌های فازی در وزندهی مؤلفه‌ها، دقت و صحت مناسب را با کنترل عدم قطعیت در تصمیمات در این تحقیق نسبت به سایر کارهای مشابه فراهم آورده باشد. شاید از محدودیت‌های مهم تحقیق حاضرعدم دسترسی محقق به سازمان‌هایی که از رایانش ابری استفاده می‌نمایند، امکان انجام مطالعه موردی و آزمون کاربرد عملی چارچوب پیشنهادی باشد.پیشنهاد می‌گردد که محققان در این حوزه موارد زیر را دنبال نمایند:

- استفاده از سایر تکنیک‌های وزن‌دهی به مؤلفه‌های چارچوب مفهومی این تحقیق با تکنیک های MADM[1] و مقایسه نتایج با تحقیق حاضر می‌تواند مفید باشد.
- علاقه‌مندان به این حوزه در تحقیقات آتی می‌توانند با به کارگیری نتایج این تحقیق اقدام به پیاده‌سازی سامانه‌هایی برای انتخاب خدمت ابری در مؤسسات آموزشی یا سایر سازمان های استفاده‌کننده از خدمات ابری نمایند.
- استخراج عوامل مؤثر بر انتخاب خدمت ابری را می‌توان با بررسی توافق‌نامه‌های سطح خدمت ابری تأمین‌کنندگان برتر این حوزه مانند آمازون[2]، گوگل[3]، آی بی ام[4]، میکروسافت[5] و رک اسپیس[6] غنی‌تر نمود.
- هم‌چنین پیشنهاد می‌گردد برای کنترل عدم قطعیت در تصمیم‌گیری‌های گروهی از اعداد خاکستری در روش بهترین و بدترین بهره‌برداری شود.
- با توجه به افزایش کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری گروهی در سنوات اخیر، پیشنهاد می‌گردد محققین در این حوزه از روش‌های توسعه‌یافته تصمیم‌گیری گروهی بهترین و بدترین فازی (Fuzzy GBWM) نیز برای اولویت‌بندی مؤلفه‌ها استفاده نمایند.

منابع

Abdel-Basset, M., Mohamed, M. & Chang, V. (2018). A framework for evaluating cloud computing services. Future Generation Computer Systems.

Abrishami M. & Mohamadi, A. (2014). *The use of cloud computing in e-learning system*. Islamic Azad University Mashhad Branch, p.p.12-18

Al-Faifi, A.M., Song, B., Hassan, M.M., Alamri, A. & Gumaei, A. (2018). Performance prediction model for cloud service selection from smart data. Future Generation Computer Systems.

Al-Khater N.R., (2017). *A model of a Private Sector Organisation's Intention to Adopt Cloud Computing in the Kingdom of Saudi Arabia*. PhD. Dissertation.

Alsanea, M., Barth, J., & Griffith, R. (2014). Factors affecting the adoption of cloud computing in the government sector: a case study of Saudi Arabia. *International Journal of Cloud Computing and Service Science*, *36*.

Anu, A. S. (2016). Quality Model Based Decision Support System for Cloud Migration. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 5(7).

1. Multiple Attribute Decision-making
2. Amazom.EC2
3. Google
4. IBM
5. Microsoft
6. Rackspace

Bouzon, M., Govindan, K., Rodriguez, C. M. T., & Campos, L. M. (2016). Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. Resources, Conservation and Recycling.

Byrne, G. (2013). *Cloud Computing adoption and perceptions of its impact on business-IT alignment in large organisations operating in Ireland*, Doctoral dissertation, Dublin Business School.

Carlson, A., & Palmer, C. (2016). A qualitative meta-synthesis of the benefits of eco-labeling in developing countries. Ecological Economics, 127, 129-145.

Cavalli-Sforza, V., & Ortolano, L. (1984). Delphi forecasts of land use: Transportation interactions. *Journal of transportation engineering*, 110(3), 324-339.

Cheng, Ch. & Lin, Y. (2002). Evaluating the best mail battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, (142):147-186.

Condliffe, J. (2017). Amazon's $150 Million Typo Is a Lightning Rod for a Big Cloud Problem. *Retrieved*, 9(9), 2018.

Ding S., Wang Z., Wu D., Olson D.L. (2016). Utilizing customer satisfaction in ranking prediction for personalized cloud service selection. Decision Support Systems.

Divya, P., & Prakasam, S. (2015). Effectiveness of cloud-based e-learning system (ECBELS). *International Journal of Computer Applications*, *119*(6).

Elhabbash A., Samreen F., Hadley J., Elkhatib Y. (2018). Cloud Brokerage: A Systematic Survey.

Ezenwoke A., Daramola O., Adigun M. (2017). *Towards a Fuzzy-oriented Framework for Service Selection in Cloud e-Marketplaces*. CLOSER-7th International Conference on Cloud Computing and Services Science, 604-609.

Flexera Whaiduzzaman, M., Gani, A., Anuar, N.B., Shiraz, M., Haque, M.N., Haque, I.T. (2014). Cloud Service Selection Using Multicriteria Decision Analysis. *The Scientific World Journal*. Doi: http://dx.doi.org/10.1155/2014/459375

Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, 121, 23-31.

Hafezalkotob, A., & Hafezalkotob, A. (2017). A novel approach for combination of individual and group decisions based on fuzzy best-worst method. *Applied Soft Computing*, 59, 316-325.

Hsu, Y. L., Lee, C. H., & Kreng, V. B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. Expert Systems with Applications, 37(1), 419-425.

Jagli, D., Purohit, S., & Chandra, N. S. (2018). SAASQUAL: A Quality Model for Evaluating SaaS on the Cloud Computing Environment. In *Big Data Analytics* (pp. 429-437). Springer, Singapore.

Jatoth C., Gangadharan, J., Fiore U. & Buyya, R. (2018). SELCLOUD: a hybrid multi-criteria decision-making model for selection of cloud services. *Soft Computing*. Doi: https://doi.org/10.1007/s00500-018-3120-2.

Karim, F., & Goodwin, R. (2013). Using Cloud Computing in E-learning Systems. *International Journal of Advanced Research in Computer Science & Technology (IJARCST)*, 69.

Kumar R.R., Mishra S., Kumar C. (2017). Prioritizing the solution of cloud service selection using integrated MCDM methods under Fuzzy environment. *International Journal of Supercomput*. Doi: 10.1007/s11227-017-2039-1

Li, J., Squicciarini, A., Lin, D., Sundareswaran, S. & Jia, C. (2015). MMBcloud-tree: Authenticated Index for Verifiable Cloud Service Selection. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*. Doi: 10.1109/TDSC.2015.2445752

Maeser III, R. K. (2018). *A Model-Based Framework for Analyzing Cloud Service Provider Trustworthiness and Predicting Cloud Service Level Agreement Performance*, Doctoral dissertation, The George Washington University.

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

Keshavarz, M.H., Salahi, M., Heydari, T., Salehi, m. & Amirianzadeh, M., (2013). Feasibility study of establishing e-learning in the Faculty of Educational Sciences and Islamic Azad Psychology. Marvdasht Branch in 2012, *Journa of, MEDIA*. Page 22

MacGillivray, C., Torchia, M., Kalal, M., Kumar, M., Membrilla, R., Siviero, A., & Chaturvedi, S. (2016). Worldwide Internet of Things Forecast Update: 2016–2020. IDC Research. [Online] Available. https://www.idc.com/getdoc.jsp.

Mou, Q., Xu, Z., & Liao, H. (2016). An intuitionistic fuzzy multiplicative best-worst method for multi-criteria group decision making. *Information Sciences*, 374, 224-239.

Mullen, P. M. (2003). Delphi: myths and reality. *Journal of health organization and management.*

Nedev S., (2018). *Exploring the factors influencing the adoption of Cloud computing and the challenges faced by the business*. Master Dissertation.

Noorderhaven, N. G. (1995). Strategic decision making, *Journal of management*, *21*(3), 471-493.

Noor, T. H., Sheng, Q. Z., Ngu, A. H., Alfazi, A., & Law, J. (2013). CloudArmor: A Platform for Credibility-based Trust Management of Cloud Services. Preceding the 22nd ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2013), (pp. 2509-2512). San Francisco.

Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & management*, 42(1), 15-29.

Ponemon, L. (2016). Cost of data center outages. Data Center Performance Benchmark Serie.

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, 64, 126-130.

Ross, P. K., & Blumenstein, M. (2015). Cloud Computing as a Facilitator of SME Enterpreneurship. *Technology Analysis & Strategic Management*, 27, 87-101.

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. springer publishing company.

Senarathna I., Wilkin C., Warren M., Yeoh W., Salzman S. (2018). Factors That Influence Adoption of Cloud Computing: An Empirical Study of Australian SMEs.

Siddaway, A. (2014). What is a systematic literature review and how do I do one. *University of Stirling*, 1, 1-13.

Sohrabi, B., Azami, A., Yazdani, H.R. (2010). Pathology Research in the field of Islamic management with a meta-composite approach. *University Library and Information Research*, 54 (1), 39-57.

Tafteh. F. (2014). *The use of cloud computing in mobile education.* The Second National Conference on New Technologies in Electrical and Computer Engineering. Shiraz,p.p 2-3.

Tang, M., Dai, X., Liu, J. & Chen, J. (2016). Towards a trust evaluation middleware for cloud service selection. *Future Generation Computer Systems*. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2016.01.009

Yannascoli, S. M., Schenker, M. L., Carey, J. L., Ahn, J., & Baldwin, K. D. (2013). How to write a systematic review: a step-by-step guide. *University of Pennsylvania Orthopaecic Journal*, 64-69.

Weins, K. (2018). RightScale 2018 State of the Cloud Report. (RightScale) Retrieved 6 9, 2018, from RightScale: https://www.rightscale.com/lp/state-of-the-cloud?campaign=7010g0000016JiA

Wongpakaran, N., Wongpakaran, T., Wedding, D., & Gwet, K. L. (2013). A comparison of Cohen's Kappa and Gwet's AC1 when calculating inter-rater reliability coefficients: a study conducted with personality disorder samples. *BMC medical research methodology*, *13*(1), 61.

Wrubel, J., Acree, M., Goodman, S., & Folkman, S. (2009). End of living: Maintaining a lifeworld during terminal illness. *Psychology and Health*, 24(10), 1229-1243

Yoo S. K., Kim B. K. (2018). A Decision-Making Model for Adopting a Cloud Computing System. *Sustainability*. Doi: 10.3390/su10082952

Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts. *Journal of advanced nursing*, *53*(3), 311-318.

Journal of Management and Planning in Educational Systems 2022, Vol. 14 (2), 343-374

Conceptual Framework for Selecting the Appropriate Cloud Service for E-Learning Systems

A.A. Salarnezhad* **& M. Shoar[1]**

Received: 2021/01/14 **Received in Revised:** 2021/05/10
Accept: 2021/05/17 **Published online:** 2021/09/23

Abstract

Objective: The emergence of the Covid 19 global epidemic crisis has increasingly increased the number of users of e-learning systems. One of the important challenges of these systems is to provide the appropriate hardware and software infrastructure to respond to its growing users and maintain efficiency. The advent of cloud computing has revolutionized the way data storage and access resources are accessed. Easy access through standard network communication mechanisms and automatic resource allocation has made cloud computing an ideal infrastructure for e-learning systems. However, due to the multiplicity of cloud suppliers and the diversity of their services, as well as the various quality of these services components, the issue of choosing infrastructure as a service is a serious challenge for educational institutions. The purpose of this study is to design a conceptual framework for selecting the appropriate cloud service for e-learning systems.

Materials and Methods: The present study has tried to follow a mixed approach and use the methods of systematic literature review, fuzzy Delphi, and prioritization of the fuzzy best worst in the form of an exploratory plan, a coherent and comprehensive view of "factors influencing cloud service selection for e-learning" Provide. In the first step, using the method of SLR and meta-combination of findings of 105 scientific sources in the field of cloud service selection, the concepts and categories of the initial framework were extracted. The initial research framework has been used as the input of the fuzzy Delphi study and based on the opinions of experts, the initial framework has been developed, refined and approved. In the final step, with the help of the fuzzy best-worst method, the weight of each of the specific dimensions and elements and the conceptual framework of the research has been compiled and explained.

Result and Discussion: The framework for selecting the appropriate cloud service for e-learning systems consists of 259 conceptual elements organized in 5 dimensions and

* Corresponding Author: Ph.D Candidate of Information Technology Management, Business Intelligent (BI), Department of Management, Faculty of Management and Military Sciences, Imam Ali University, Tehran, Iran. Email: alisalarnejad@gmail.com

1. Associate Professor, Department of Information Technology Management, Faculty of Management, Tehran North Branch Islamic Azad University, Tehran, Iran.

27 components. Functional dimensions (7 components) 34.8%, security (6 components) 22.1%, organizational and environmental (7 components) 20.3%, personal data protection (5 components) 16.1% and data management (3 components) 6.7%, respectively Cloud services are effective. The results show that in choosing a cloud service, respectively, the components of availability, reliability, governance, virtual machine hardware features (such as throughput, memory, etc.), total cost (sum of rent cost, ISP cost and data transfer cost) and the geographical location of the data storage are most important.
Keywords: Cloud Service, Cloud Service Selection E-Learning Systems Virtual Education.