

تعیین و اولویت‌بندی شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری جهت درگاه‌های الکترونیک آجا

علی‌اصغر سالارززاد*

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

درگاه‌های الکترونیک سازمانی، به عنوان چارچوبی برای تجمعیع و یکپارچگی اطلاعات، افراد و فرایندهای سازمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. انتخاب صحیح زیرساخت‌های ابری برای این درگاه‌ها به دلیل تنوع شاخصه‌ها کیفی و کمی ارائه شده همواره یکی از چالش‌های مدیران فاوایی بوده است. هدف اصلی این پژوهش تعیین و اولویت‌بندی شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری موردنیاز درگاه‌های الکترونیک آجا است. در گام اول با بررسی نظام‌مند ادبیات این حوزه و همچنین بررسی تطبیقی دو استاندارد صنعتی توافق‌نامه‌های سطح خدمت ابری، ۲۴ شاخص انتخاب زیرساخت ابری شناسایی گردید. در گام دوم با اجرای یک مطالعه دلفی فازی و بهره‌گیری از تجارت صاحب‌نظران این حوزه در آجا شاخصه‌های شناسایی شده، اعتبارسنجی و پالایش، و در ادامه بر اساس اجماع خبرگان ۲۱ شاخصه انتخاب زیرساخت ابری در چهار دسته طبقه‌بندی و نهایی شد. در گام سوم شاخصه‌های تأییدشده از مرحله قبل با روش بهترین-بدترین اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان داد که در انتخاب زیرساخت ابری جهت درگاه‌های الکترونیک آجا به ترتیب مؤلفه‌های امنیتی ۳۸,۱ درصد، عملکردی ۳۲ درصد، حفاظت از داده شخصی ۱۹,۲ درصد و محیطی و سازمانی ۱۰,۷ درصد تأثیر گزار هستند.

واژه‌های کلیدی:

زیرساخت ابری، انتخاب زیرساخت ابری، روش دلفی فازی، روش بهترین- بدترین.

۱. گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و علوم نظامی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول: alisalarnejad@gmail.com



مقدمه

درگاههای الکترونیک سازمانی زیرساختی انعطاف پذیر را برای یکپارچه سازی و توسعه نرم افزارهای موجود فراهم می نماید و اطلاعات لازم را در اختیار کاربران خارج سازمان قرار می دهدند (Hazra, 2002). پیدایش محاسبات ابری^۱ شیوه‌ی دستیابی به منابع ذخیره‌سازی و پردازش اطلاعات را دگرگون نمود. وجود ویژگی‌های دسترسی آسان از طریق سازوکارهای استاندارد ارتباطی شبکه و افزایش خودکار^۲ اقبال به خدمات ابری را افزایش داده است. امروزه مسئله‌ی استفاده از زیرساخت‌ها ابری به جزء جدایی‌ناپذیر سازمان‌های بزرگ تبدیل شده است. مدیریت این سازمان‌ها همواره در تلاش هستند تا با استفاده از محیط‌های ابری هزینه‌های سازمانی خود را کاهش دهند (Ross & Blumenstein, 2015). مدیریت صحیح در انتخاب خدمات ابری تأثیر به سزایی بر این کاهش هزینه و کارآمدی خدمات ابری دارد، به گونه‌ای که انتخاب نادرست، نه تنها در بسیاری از موارد موجب افزایش کارآمدی و کاهش هزینه‌ها نمی‌شود، بلکه هزینه‌های سازمانی را نیز افزایش می‌دهد. سازمان آماری ساینس تخمین زده است که خاموشی چهار ساعته خدمات ابری آمازون در ۲۸ فوریه ۲۰۱۷ برای ۵۰۰ شرکت تجاری حدود ۱۵۰ میلیون دلار خسارت به همراه داشته است (Condliffe, 2017). همچنین سازمان کنترل ترافیک شبکه آپیکا ادعا نموده است که سایت ۵۴ خردهفروش از ۱۰۰ خردهفروش برتر حداقل ۲۰٪ کاهش عملکرد شده است (Condliffe, 2017). 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 زیرساخت‌ها و افزایش تنوع خدمات ابری موجود، انتخاب خدمت ابری برای سازمان‌ها به امری پیچیده بدل شده است. برای نمونه پژوهش انجام گرفته توسط نور و همکاران^۳ (۲۰۱۳) از طریق جستجوی لغتی موفق به پیدا کردن ۶۶۸۶ خدمت ابری شده است. این شمار زیاد خدمات ازنظر قیمت، مکان خدمت، قابلیت‌های محاسباتی، پارامترهای کیفیت خدمات مانند دسترس پذیری و میزان پهنای باند با یکدیگر تفاوت دارند و موجب شده است تا فرایند انتخاب خدمت ابری مناسب به سادگی امکان‌پذیر نباشد. همین امر موجب شده است تا در سال‌های اخیر جامعه پژوهشی توجه ویژه‌ای به مبحث انتخاب خدمت ابری داشته باشد و در نتیجه پژوهش‌های زیادی در این

¹ Cloud Computing

² Automatic

³ Noor et al, 2013

زمینه به انجام رسیده است. با بررسی پژوهش‌های این حوزه با دو دیدگاه عمده رو برو می‌شویم، اول پژوهش‌هایی که انتخاب خدمت ابری را منظر تامین‌کننده خدمت ابری بررسی می‌کنند و هدف آن‌ها بیشتر معطوف به کاهش هزینه تامین‌کننده خدمت ابری و بهبود عملکرد ماشین مجازی است (Nedev, 2018). دوم پژوهش‌هایی که از منظر سازمان برای اجراه خدمت ابری انجام می‌گیرد (Elhabbash et al, 2019)، پژوهش حاضر بر گونه دوم متمرکز شده و با محور قرار دادن خدمات زیرساخت ابری به دنبال تعیین و اولویت‌بندی شاخصه‌های انتخاب زیرساخت به عنوان خدمت می‌باشد.

طبق تعریف مصوب در تبصره ۲ ماده ۴۶ قانون برنامه پنجم توسعه و مصوبه شورای عالی فضای مجازی " شبکه ملی اطلاعات کشور، شبکه‌ای مبتنی بر قرارداد اینترنت^۱ به همراه سوئیچ‌ها و مسیریاب‌ها و مراکز داده‌ای است به صورتی که درخواست‌های دسترسی داخلی و اخذ اطلاعاتی که در مراکز داده داخلی نگهداری می‌شوند به هیچ‌وجه از طریق خارج کشور مسیریابی نشود و امکان ایجاد شبکه‌های اینترنت و خصوصی و امن داخلی در آن فراهم شود". در حال حاضر شبکه ملی اطلاعات، مشتمل بر شبکه‌های ارتباطی پرسرعت نسل جدید عمومی و اختصاصی و نیز مراکز داده امن دولتی و غیردولتی است که قادرند امکان دسترسی پرسرعت تمام دستگاه‌های دولتی، بنگاه‌های خصوصی و مردم به سامانه‌های اطلاعاتی و درگاه‌های خدمات الکترونیکی را فراهم کند (اصلی‌زاده و زین‌الدینی بیدمشکی، ۱۳۹۶). پیوستن به شبکه ملی اطلاعات در آجا ضمن کاهش هزینه‌های سخت افزاری و نگهداری تجهیزات می‌تواند امکان تعامل با سایر بخش‌های دولتی و استفاده از اطلاعات پایگاه‌های داده آنها را برای آجا به ارمغان آورد. همچنین با پیکارچه سازی فرآیند‌های کاری در خدمت رسانی به مراجعات مردمی سرعت، دقت و کارایی را توامان فراهم نماید. تعلل در بروز رسانی درگاه‌های سازمانی و عدم گسترش خدمات الکترونیک ضمن تحمیل هزینه‌های اداری بالا و از دست رفتن فرصت ایجاد شده، در مواردی به دلیل عدم پاسخگویی شایسته به مراجعان، نارضایتی و لطمات حیثیتی را برای سازمان در پی خواهد داشت. از طرفی بهره‌گیری از این فرصت و فراهم آوردن امکان خدمت رسانی به جامعه هدف در آجا نیازمند گرینش زیرساخت ابری مناسب برای درگاه‌های الکترونیکی آجا می‌باشد. از آنجایی حجم فرآیندهای کاری آجا، کارکنان و مراجعان بسیار گسترده است و از طرفی سیاست‌های خاص یک سازمان نظامی باید در انتخاب زیرساخت امن و قابل اعتماد لحاظ گردد، شناسایی و اولویت‌بندی شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری برای تصمیم گیری صحیح مدیران فاوای آجا الزامی به نظر می‌رسد.

^۱ IP

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش درگاه‌های اطلاعات سازمانی:

اصطلاح درگاه در سال ۱۹۹۷ تو سط هالاسی مینور^۱ که آن زمان رئیس شرکت سی نت^۲ بود ابداع گردید. درگاه را می‌توان یک مرکز ارائه خدمات و اطلاعات بر بستر شبکه‌های اینترانتی و اینترنتی دانست که بر چهار اصل انطباق پذیری، اختصاصی کردن، یکپارچه سازی و پشتیبانی انجمنی استوار است(Ramos-Diaz et al, 2020). تیلمن^۳ (۱۹۹۹) درگاه‌های اطلاعاتی سازمان را ، نرم افزارهای کاربردی می داند که سازمانها را قادر می سازند تا اطلاعات داخلی و خارجی ذخیره شده را در دسترس قرار دهند و برای کاربران یک دروازه منحصر را ایجاد کنند تا اطلاعات موردنیاز خود را شخصی سازی و تضمیمات کاری مرتبط را اتخاذ نمایند" (Breu, Ward & Murray, 2000). درگاه‌های الکترونیک سازمانی، ابزاری است که سازمان‌ها را به منظور مدیریت و دسترسی به اطلاعات یاری می کند و دارای شش ویژگی شخصی سازی، ادغام، جستجو، انتشار، همکاری و طبقه‌بندی است(Li, Yang & Liang, 2015). درگاه‌های الکترونیک سازمانی زیرساختی انعطاف‌پذیر را برای یکپارچه سازی و توسعه نرم افزارهای موجود فراهم می نماید و اطلاعات لازم را در اختیار کاربران خارج سازمان قرار می دهند. این درگاه‌های اساسا با دو هدف طراحی و در سطح سازمان‌ها مستقر می‌شوند. این دو هدف شامل مدیریت متمرکز اطلاعات در سازمان‌ها و ارائه خدمت اطلاعاتی به‌روز می باشد(Hazra, 2002). مهمترین مزایایی که درگاه‌های الکترونیک برای سازمان‌ها به همراه دارند شامل: خودکار سازی فرآیندی: فرآیند های خودکار شده و همراه با افزایش دقیق و سرعت، هزینه‌های اداری و کاغذ حذف می گردد. هزینه کاهش یافته فناوری اطلاعات: نرم افزارهای کاربردی تحت وب بسیار سریع‌تر و با هزینه کمتری توسعه یافته و تولید می گردند. مزیت رقابتی سازمان: امروزه سازمان‌هایی که به سرعت نیاز مراجعان خود را ارزیابی می کنند و در جهت برآورده حداقل آن تلاش می کنند، می توانند مزیت رقابتی داشته باشند. نیاز مراجعان تنها زمانی پاسخ داده می شود که اطلاعات صحیحی در اختیار کارکنان در زمان مناسب قرار گیرد. اطلاعات بهنگام به سازمان‌ها در توسعه بهتر پیش‌بینی ها، مدیریت روابط با مشتری، مدیریت روابط و گردش کار درون سازمانی کمک می کند. علاوه بر آنها می توان با سرعت بیشتری با تغییرات هماهنگ شد و پشتیبانی بهتری برای تصمیم گیری های خود در مقایسه با سایر رقبا

¹ Halsey Minor

² CENT

³ Tillman

انجام داد(Li et al, 2015). بازگشت بالای سرمایه: درگاههای الکترونیک سازمانی شامل بسته های نرم افزاری مختلفی است که هزینه آن نسبت به سیستم های سفارشی کمتر است و همچنین نگهداری و توسعه آسانتری را نیز دارند. بازگشت بالای سرمایه درگاههای الکترونیک بر اساس نتایجی است که ذیشان می دهد، نرم افزارهای کاربردی درگاههای بسته بندی شده، نگهداری ساده‌تر و توسعه سریعتری دارند و نسبت به سایر سیستم های سفارشی ارزانتر هستند(Scheepers, 2006). افزایش بهره وری کارکنان: از آنجایی که کاربران در گاه الکترونیک سازمان، اطلاعات درست را در زمان مناسب بدست می آورند، در زمان و انرژی آنها جهت جستجوی اطلاعات صرفه جویی می شود. این زمان ذخیره شده می تواند در دیگر کارها صرف شود و در نتیجه سبب افزایش بهره وری می گردد(Sun, Zhang, Lu & Zhang, 2011). تشریک مسایی و همکاری فراسازمانی: امکان ارتباط با سازمان‌های غیر از آجا که در کارهای خود به اطلاعات آنها نیازمندیم و همکاری در جهت تحقق دولت الکترونیک کمک می گردد. دسترسی ساخت یافته به اطلاعات سازمان: درگاههای الکترونیک سازمانی نقطه واحدی را برای ورود به هر بخش اطلاعاتی سازمان، بدون توجه به مکان استقرار آن فراهم می نمایند(Hashem, Yaqoob, Anuar, Mokhtar, Gani & Khan, 2015). توانایی درگاههای الکترونیک در بکار گیری همزمان فناوری های واکنشی (اطلاعات) و ارائه (اشتراک اطلاعاتی) دارد، بطوری که اطلاعات مناسب در دسترس بوده و برای افراد مرتبط در زمان مناسب توزیع می شود(Scheepers, 2006). با توجه به مزایایی که برای درگاههای الکترونیک سازمانی برشمرده شد، توسعه خدمات الکترونیک از طریق درگاههای الکترونیک آجا، فرصتی تاریخی برای تحول در نحوه خدمت رسانی آجا به کارکنان و مراجعان خود فراهم می کند. امکان تشریک مساعی با سایر سازمان‌ها در راستای کاهش بار مراجعات و نیز رعایت پروتکل های بهداشتی از مهمترین نتایج گسترش آنهاست. این مهم در بحران همه گیری^۱ کرونا می تواند گامی موثر در راستای خدمت رسانی شایسته به کارکنان و مراجعان باشد.

محیط‌های ابری و خدمات ابری:

تعریف متعددی برای محیط‌های ابری ارائه شده است که هریک به نوبه‌ی خود تعریف درستی از این محیط را ارائه داده‌اند؛ اما به عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین تعاریف این زمینه می‌توان به مستند موسسه ملی استاندارد و فناوری^۲ اشاره نمود. طبق تعریف این مستند محاسبات ابری مدلی برای فراهم‌سازی فرآگیر و بر حسب نیاز جهت دست‌یابی به مجموعه‌ی به اشتراک گذاشته

¹ Pandemic

² NIST

از منابع محاسباتی مانند شبکه، خدمت‌گزارها، منابع ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و خدمات، ارائه داده است. این مدل محاسباتی دارای پنج مشخصه، سه مدل خدمت و چهار نوع پیاده‌سازی است. هر کدام از مشخصه‌های در نظر گرفته‌شده سهم خود را در فرآگیر شدن این الگوی پردازشی ایفا می‌کنند و عبارت‌اند از:

- **بر اساس تقاضا:** مصرف‌کننده می‌تواند منابع موردنیاز خود را بدون نیاز به تعامل مستقیم با تأمین‌کننده به دست بیاورد.
- **دسترسی وسیع:** منابع از طریق شبکه و قراردادهای^۱ ارتباطی استاندارد قابل دسترس هستند. این امر موجب می‌شود تا طیف وسیعی از مصرف‌کنندگان از طریق سکوهای^۲ چاق و لاغر مانند تلفن‌های همراه و سامانه‌های با توان سختافزاری پایین به استفاده از این الگو روی بیاورند. از جمله سامانه‌هایی که با این طرز تفکر به وجود آمدند، می‌توان به رایانه‌های قابل حمل کرومبوک^۳ اشاره نمود.
- **منابع استخر شده^۴:** به این معنی که منابع متعددی در کنار یکدیگر جمع شده است و با هریک از منابع می‌توان به چند نفر خدمت ارائه کرد. این قابلیت به کمک مجازی‌سازی، اختصاص دادن^۵ و آزادسازی منابع به کاربران صورت می‌گیرد. همچنین در این نوع خدمت، مکان دقیق خدمت از دید کاربر مخفی است. با این حال در سطح بالاتر کاربر می‌تواند مکان خدمت خود را در سطح کشور یا ایالت مشخص نماید.
- **تأمین سریع:** قابلیتها در زمان نیاز افزایش می‌یابند. این افزایش در موقعی می‌تواند خودکار باشد. به گونه‌ای که به نظر می‌رسد کاربر به منابع نامحدود دسترسی دارد.
- **سنجهش و کنترل خدمات‌ها:** سامانه‌های ابری منابع خود را بر اساس معیارهای مختلفی مانند هزینه‌ی پرداختی بر اساس میزان استفاده، کنترل و مدیریت می‌کنند. نوع خدمت دریافتی مانند حافظه، پردازنده و پهنای باند می‌تواند بر روی این معیار تأثیر بگذارد. همچنین تأمین‌کننده می‌تواند میزان مصرف و خدمات‌های ارائه شده را نظارت کند و در صورت لزوم، جهت ایجاد شفافسازی این اطلاعات را در اختیار مشتری نیز قرار دهد؛ بنابراین می‌توان از این اطلاعات دریافتی و عملکرد تأمین‌کننده استفاده نمود و در آینده خدمات مناسب‌تری انتخاب کرد.

¹ Protocol

² Platform

³ Chromebook

⁴ Pooled Resources

⁵ Allocate

برای محیط ابری چهار نوع پیاده‌سازی بیان شده است که هریک در شرایطی، در محیط‌های سازمانی قابل استفاده هستند و عبارت‌اند از: ابر عمومی، خصوصی، انجمنی^۱ و ترکیبی^۲. ابر عمومی توسط عموم افراد و از طریق اینترنت^۳ قابل دسترس است. توسط یک سازمان تجاری، دانشگاهی، دولتی یا ترکیبی از آن‌ها مدیریت می‌شود و نسبت به سایر ابرها از نظر هزینه مفروض به صرفه‌تر است. اما از طرفی فاقد ویژگی‌هایی مانند منابع اختصاصی^۴ است که در ابرهای خصوصی یافت می‌شود. نکته‌ای که در مورد ابرهای خصوصی حائز اهمیت است این است که این زیرساخت همیشه توسط خود سازمان ایجاد و مدیریت نمی‌شود؛ بلکه امروزه تأمین‌کنندگانی همچون آمازون با دریافت مبلغی بیش‌تر از خدمات‌های مشترک، ابرهای خصوصی ارائه می‌دهند؛ بنابراین در اینجا نیز پارامتر هزینه و امنیت در انتخاب‌های سازمان تأثیرگذار خواهد بود.

سطوح خدمات ابری: خدمات محاسبات ابری در سه سطح اصلی نرم‌افزار به عنوان خدمت^۵، سکو به عنوان خدمت^۶ و زیرساخت به عنوان خدمت^۷ ارائه می‌شوند. با این وجود خدمات دیگری مانند شبکه به عنوان خدمت^۸ (Wanis et al, 2016) و سیستم تشخیص نفوذ به عنوان خدمت^۹ (Yassin et al, 2012) نیز در سال‌های اخیر به عنوان خدمات جدید در مقالات مشاهده شده‌اند؛ اما دسترس پذیری عمومی هنوز به همان سه سطح مربوط می‌شود.

زیرساخت به عنوان خدمت ابری: زیرساخت به عنوان خدمت با ارائه بستر سخت‌افزاری مجازی^{۱۰} به سازمان و با بهره‌گیری از ماشین‌های مجازی موجب می‌شود تا در کنار استفاده‌ی بھینه از منابع، بیش‌ترین میزان کنترل زیرساخت به سازمان‌ها ارائه شود. این خدمت کلبران را از دغدغه‌هایی مانند مکان زیرساخت، تقسیم کردن داده، امنیت و مقیاس‌پذیری آن بی‌نیاز می‌کند. معمولاً در کنار این خدمت، خدمات‌های دیگری هم ارائه می‌شوند که از این جمله می‌توان دیوار آتشین^{۱۱}، متعادل‌کننده‌ی بار^{۱۲}، آی‌پی اختصاصی، شبکه‌های مجازی محلی و بسته‌های نرم‌افزاری را نام برد. همچنین سازمان‌ها می‌توانند به راحتی نرم‌افزارهای قدیمی خود را بدون نیاز

¹ Community

² Hybrid

³ Internet

⁴ Reserved

⁵ SaaS

⁶ PaaS

⁷ IaaS

⁸ NaaS

⁹ IDaaS

¹⁰ Virtual

¹¹ FireWall

¹² Load Blancer

به تغییر نیازمندی‌ها یا برنامه‌نویسی مجدد در این سطح اجرا نمایند. با توجه به انعطاف‌پذیری‌های این سطح، زیرساخت به عنوان خدمت مناسب‌ترین گزینه برای سازمان‌های مانند آجا قلمداد می‌شود.

مرور نظام مند ادبیات پژوهش

در تحقیق پیش رو به منظور اطمینان از پوشش کامل مطالعات پیشین در حیطه انتخاب زیرساخت به عنوان خدمت ابری، از بررسی نظام مند ادبیات استفاده شده است. بر اساس اطلاعات استخراج شده از پژوهش سیداوی^۱ (۲۰۱۴) با ارائه ادبیات نظام مند، این روش از بررسی مطالعات گذشته شامل پنج قدم است: قدم اول، شکل‌دهی مشکل تحقیق؛ در این قدم، ایده اصلی از مشکل مرتبط با تحقیق را به تفصیل بیان می‌کنیم. قدم دوم، تعیین مطالعات مرتبط؛ در این مرحله می‌بایست جستجو برای یافتن مجموعه‌ای کامل از مقالات مرتبط با موضوع تحقیق انجام گیرد. کلمات کلیدی (انگلیسی و فارسی) که برای مطالعه پیش رو در نظر گرفته شده‌اند شامل:

Cloud Computing, Cloud Service, Cloud Selection, Cloud Service Selection, Cloud Service Factors, Cloud Selection Factors, Cloud Service Selection Factors

رایانش ابری، خدمت ابری، انتخاب ابری، انتخاب خدمت ابری، عوامل خدمت ابری، عوامل انتخاب ابر، عوامل انتخاب خدمت ابری

پایگاه داده‌های معتبر مقالات به منظور یافتن پژوهش‌های مرتبط با کلمات کلیدی فوق مورد جستجو قرار گرفتند. این پایگاه‌های داده عبارت بودند از: IEEE, Elsevier, Scopus, Google Scholar, Research Gate, LinkedIn جستجو تعداد ۱۰۶۸ مقاله مرتبط را از پایگاه داده‌های نامبرده شده بدست آورد. قدم سوم، ارزیابی مقاالت یافت شده: در این مرحله می‌بایست به بررسی دقیق‌تر در مقالات یافت شده پرداخت تا مقاالت مناسب را انتخاب نمود. در اولین گذر از لیست مقالات یافت شده، فقط عنوان و چکیده مقاالت مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد مقاالت نگهداری شده پس از گذر اول به عدد ۴۳۳ مورد رسید. در گذر دوم بخش یافته‌ها در این تحقیقات به طور دقیق مطالعه شد. پس از این گذر تعداد مقاالت 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 باقی‌مانده به عدد ۱۷۵ رسید. قدم چهارم و پنجم، بیان خلاصه از مقالات یافت شده نهایی و گزارش نتیجه این تحقیقات: در این قدم، خلاصه‌ای از ۱۷۵ مقاله مورد مطالعه تهیه شد که برخی از مهم‌ترین آن‌ها در بخش مرور ادبیات آمده است.

^۱ Siddaway, 2014

در ادامه مرور نظام‌مند ادبیات به نظر می‌رسد بررسی استانداردهای صنعتی توافق‌نامه‌های سطح خدمت ابری، می‌تواند کمک موثری در معرفی شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری باشد. بر این اساس، استانداردها و خط‌مشی توافق‌نامه‌های خدمت صنعت ابری از سازمان بین‌المللی استانداردسازی ISO/IEC، استاندارد ENISA بررسی گشت. در ادامه با هدف شناسایی کامل شاخصه‌های انتخاب زیرساخت، ویژگی‌های خدمت ابری در هر یک از این استانداردها مورد بررسی دقیق قرار گرفت و ضمن تطبیق آنها با یافته‌های قبلی در صورتی که ویژگی‌های مطرح شده در این استانداردها، در بررسی نظام‌مند ادبیات به دست نیامده بود، این ویژگی‌ها به لیست عوامل اکتشافی اضافه گردید. همچنانی به منظور سازماندهی بهتر عوامل اکتشاف شده، با استفاده از الگوهای ارائه شده در این توافق‌نامه‌ها، نسبت به دسته‌بندی شاخص‌ها، منظم نمودن آن‌ها برای دریافت نظرات پانل خبرگی در مرحله بعد و همچنانی ارائه سازمان یافته این عوامل در نتیجه تحقیق اقدام گردید.

پیشینه پژوهش

در این بخش به اجمال کارهایی که در زمینه انتخاب زیرساخت ابری تا کنون صورت گرفته را بررسی نموده و نتایج مقالات برگزیده در انتهای همین بخش به صورت جدولی خلاصه ارایه می‌گردد. یک چارچوب برای رتبه‌بندی خدمت‌های ابری به نام SMI^۱ توسط گارک و همکاران (۲۰۱۳) ارائه گردید که هدف آن رتبه‌بندی خدمت‌های ابری بر اساس نیازمندی‌های کیفیت خدمات کاربر بود. شاخصه‌های در نظر گرفته شده در این پژوهش: زمان پاسخ گویی، تأثیر ابر بر محیط مانند میزان دی اکسید کربن تولید شده، درجهٔ تطابق خدمت ابری با نیازهای مشتری، دقت^۲ (کسری از موقع که خدمت ابری بدون نقض توافق‌نامه به کاربر پاسخ می‌دهد)، شفافیت^۳ (تأثیر تغییرات خدمت بر عملکرد پردازش‌های مشتری)، درجهٔ تعامل پذیری یک خدمت با خدمت‌های دیگر، دسترس‌پذیری، قابلیت اطمینان^۴، ثبات، هزینه‌ی اجاره‌ی ماشین مجازی، تطبیق‌پذیری با تغییر نیازمندی‌ها، قابلیت استفاده، بازدهی و مقیاس‌پذیری^۵. در تکمیل این پژوهش کریم و همکارانش (۲۰۱۳)^۶ یک سیستم انتخاب خدمت بر مبنای تضمین کیفیت خدمات انتهای‌بندی ارائه دادند. هم‌بندی استفاده شده در این مقاله مدل سه لایه‌ای کاربر نهایی، تأمین‌کننده‌ی نرم‌افزار به عنوان واسط و تأمین‌کننده‌ی زیرساخت است. در این پژوهش علاوه بر

¹ Garg et al, 2013

² Accuracy

³ Transparency

⁴ Reliability

⁵ Scalability

⁶ Karim et al, 2013

شاخصه‌های پژوهش قبل، امنیت و شهرت^۱ تأمین‌کننده نیز در انتخاب خدمت ابری مدنظر داشته است. مقاله‌ی ارائه‌شده توسط رحمان و همکاران(۲۰۱۳)^۲ روشی را برای رتبه بندی و انتخاب زیرساخت ابری با استفاده از پارامترهای کیفیت خدمات پیشنهاد داد که از روش فرایند تحلیل درختی استفاده می‌کند. در این روش به جای رتبه بندی خدمات بر اساس مقادیر فعلی کیفیت خدمات، از تاریخچه‌ی کیفیت خدمات آن‌ها در زمان‌های متفاوت استفاده می‌کند و در صورت استفاده از میانگین به واریانس آن‌ها نیز توجه می‌کند. منزل و همکاران(۲۰۱۳)^۳ یک چارچوب بنام (MC2) برای انتخاب زیرساخت به عنوان خدمت بر اساس روش فرایند تحلیل شبکه‌ای ارائه دادند. در فرایند تحلیلی شبکه‌ای معیارها به یکدیگر وابسته هستند و تغییر یک پارامتر بر مقدار پارامترهای دیگر تأثیرگذار است. این مدل شاخصه‌های کیفی مانند مقیاس‌پذیری را تا حدودی در نظر گرفته است اما نحوه کمی‌سازی آن‌ها بیان نشده است. در مورد هزینه نیز هزینه‌های انعطاف‌پذیری بیشتر، پشتیبانی و آموزش را در نظر گرفته است. ماری و جایاپریا^۴ (۲۰۱۴) در تحقیق خود به بررسی مؤلفه‌هایی پرداختند که یک سازمان به منظور انتخاب صحیح خدمت ابری مورداستفاده خود در نظر می‌گیرد. در این مطالعه یک مدل جامع ارائه شده است که مؤلفه‌های اصلی و حیاتی در امر انتخاب خدمت ابری از دید سازمان را دربر می‌گیرد. این مدل جامع شامل مؤلفه‌های است که از پژوهش‌های پیشین در میانه پذیرش پردازش ابری و همچنین مؤلفه‌هایی مانند موقعیت فیزیکی سخت‌افزار که در سایر پژوهش‌های موردنبررسی قرار نگرفته است. فان و یانگ(۲۰۱۵)^۵ مقاله‌ای باهدف ارائه‌ی یک مدل اعتماد جهت انتخاب خدمت‌های ابری مطمئن‌تر ارائه دادند. این پژوهش شاخص‌هایی همچون دسترس‌پذیری، قابلیت اطمینان، ثبات، مقیاس‌پذیری، انعطاف‌پذیری، پاسخ سریع و میزان کنترل را در نظر گرفته است. تانگ و همکارانش(۲۰۱۷)^۶ با اشاره به دو گروه اصلی از روش‌های ارزیابی میزان اعتماد خدمات ابری (روش‌های نظارت کیفیت خدمات و روش‌های به کارگیری نظرات کاربران خدمت ابری) و مزايا و معایب هر کدام، تلاش کردند تا از ترکیب هر دو روش برای ارزیابی میزان اعتبار خدمات ابری استفاده کنند. یکی از نقاط قوت این پژوهش شناسایی کاربران غیرقابل اعتماد و پالایش بازخوردهای آن‌ها است. در آزمون‌ها نیز تنها زمان پاسخگویی، گذردهی و قابلیت اطمینان در

¹ Reputation

² Rehman et al, 2013

³ Menzal et al, 2013

⁴ Mary & Jayapriya, 2014

⁵ Fan & Yang, 2015

⁶ Tang et al,2017

نظر گرفته شده است. ایزنوک و همکاران^۱ (۲۰۱۷) سامانه رتبه‌بندی خدمات‌های ابری را به منظور رفع نواقص سامانه‌های موجود ارائه دادند. آن‌ها بیان کردند که پلتفرم‌های^۲ موجود، مانند اوراکل^۳، با دریافت درخواست‌های کاربران تنها خدمات‌های مناسب را فهرست‌وار نمایش می‌دهند و کاربران نمی‌توانند به راحتی این خدمات را مقایسه کنند یا بعضی از این پلتفرم‌ها اطلاعات را با استفاده از نمودارهای رادار به تصویر می‌کشند که برای بیان رتبه‌بندی تعداد زیاد خدمت ابری مناسب نیست. این پژوهش در بررسی موردی خود از نمودارهای گوگل^۴ استفاده کرده است و تنها دسترس‌پذیری، زمان پاسخ، قابلیت اطمینان و هزینه اجاره را در نظر گرفته است. جاتوث و همکاران^۵ (۲۰۱۸) از ترکیب دو روش فرایند تحلیل درختی و تاپسیس به همراه اعداد خاکستری^۶ استفاده کرده‌اند. از روش فرایند تحلیل درختی برای مشخص کردن وزن هر یک از شاخصه‌های کیفیت خدمات استفاده شده است و پس از آن به کمک تاپسیس خدمت‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. شاخصه‌های در نظر گرفته در این پژوهش عبارت‌اند از: هزینه اجاره خدمت، عملکرد، میزان پایداری عملیات ورودی/خروجی، عملکرد حافظه ذخیره‌سازی و حافظه موقت. ال فایفی و همکاران^۷ (۲۰۱۸) یک سامانه خودکار فرایند انتخاب خدمت ابری ارائه دادند. این سامانه خدمات‌های مناسب را با توجه به الگوی واقعی بارکاری به دست‌آمده از سازمان اسماارت دیتا^۸ و متابع درخواستی به دست‌آمده از تاریخچه‌ی درخواست‌های کاربران شناسایی می‌کند. این پژوهش از دسته‌بندی نایو بیز^۹ وتابع تخمین چگالی کرنل^{۱۰} استفاده می‌کند. شاخصه‌های کیفیت خدمات، سامانه‌های سازمان و عملکرد خدمات را در نظر گرفته شده است. سومو و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۸) از ترکیب چند روش برای ارائه یک راه حل برای رتبه‌بندی خدمات‌های قابل‌اعتماد استفاده کرده‌اند. به این منظور از افزار هایپرگراف^{۱۲} برای شناسایی تأمین‌کنندگان خدمت ابری مشابه، از تابع نگاشت متغیر بازمان^{۱۳} برای ارزیابی میزان اعتماد، از ویژگی هلی^{۱۴}

¹ Ezenwoke et al, 2017² Platform³ Platform⁴ Google Charts⁵ Jatoth et al, 2018⁶ Grey Numbers⁷ Al-Faifi, 2018⁸ Smart Data⁹ Naive Bayes Classifier¹⁰ Kernel Density Estimation Function¹¹ Somu et al, 2018¹² Hypergraph¹³ Time-Varying Mapping Function¹⁴ Helly Property

برای انتخاب تأمین‌کنندگان خدمت ابری قابل اعتماد و از الگوریتم بهینه‌سازی مگس میوه دودویی^۱ برای رتبه‌بندی بهینه خدمات‌ها استفاده شده است. جدول ۱ خلاصه‌ای از این شاخصه‌ها را بر اساس اهداف آن‌ها به صورت دسته‌بندی شده نشان می‌دهد.

^۱ Binary Fruit Fly Optimization Algorithm

جدول (۱) خلاصه‌ای از شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری در تحقیقات پیشین

-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	چن و همکاران (۲۰۱۲)
-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	سلطانی و همکاران(۲۰۱۴)
✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فان و همکاران(۲۰۱۵)
✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	گارگ و منتگومری (۲۰۱۵)
-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	بیو و همکاران (۲۰۱۵)
✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	پاتینیو تاکیس و همکاران(۲۰۱۶)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	اسپوسیتو و همکاران(۲۰۱۶)

✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	دینگ و همکاران(۲۰۱۷)
-	✓		-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	تانگ و همکاران(۲۰۱۷)
-	✓	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	ایزنوك و همکاران(۲۰۱۷)
✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	عبدالباسط و همکاران(۲۰۱۸)
✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	جاتوس و همکاران(۲۰۱۸)
✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	ال فایفی و همکاران(۲۰۱۸)
-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	سومو و همکاران(۲۰۱۸)

✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	میزر و همکاران (۲۰۱۸)
✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	الهام باش و همکاران (۲۰۱۹)

روش تحقیق پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، از نوع کاربردی می‌باشد. پژوهش کاربردی با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روش‌ها، ابزارها، وسایل، تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می‌شود. هدف تحقیق کاربردی توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. در این پژوهش تلاش شده تا در گام اول با بررسی نظاممند پژوهش‌های این حوزه و همچنین مقایسه تطبیقی یافته‌ها با دو استاندارد صنعتی توافقنامه سطح خدمت تامین‌کنندگان^۱ ابری شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری برای درگاه‌های الکترونیک آجا مشخص و در گام دوم به منظور گسترش، پالیش و تایید نهایی شاخصه‌های اکتشافی از روش دلفی فازی استفاده شود و نهایتاً با تهیه پرسش‌نامه مخصوص روش بهترین-بدترین و توزیع آن در میان خبرگان دانشگاهی و فنی آجا، وزن و رتبه هرکدام از عوامل موثر بر انتخاب خدمت ابری، با بهره‌گیری از روش بهترین بدترین بدست می‌آید.

روش دلفی فازی

روش دلفی یک فرآیند قوی مبتنی بر ساختار ارتباطی گروهی است که در مواردی که دانشی ناکامل و نامطمئن در دسترس باشد با هدف دستیابی به اجماع گروهی در بین خبرگان استفاده می‌شود. این روش چهار ویژگی دارد که عبارت‌اند از: پاسخ‌بی‌نام، تکرار و بازخورد کنترل شده و در نهایت پاسخ گروهی آماری (Hsu et al. 2010). در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، قضاوت متخصصان نمی‌تواند به صورت اعداد کمی قطعی بیان و تفسیر شود؛ به عبارت دیگر داده‌ها و اعداد قطعی به منظور مدل کردن سیستم‌های دنیای واقعی به علت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم‌گیرندگان ناکافی است (Kannan et al. 2014). در این راستا به منظور غلبه بر این مشکل، نظریه مجموعه‌های فازی که به وسیله لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ ارائه شد، ابزار مناسبی برای مقابله با ابهام و عدم قطعیت موجود در فرآیند تصمیم‌گیری است (Bouzon et al. 2016). بنابراین در این پژوهش از روش دلفی فازی به منظور تأیید شاخصه‌های اکتشافی استفاده می‌شود. این روش ترکیبی از روش دلفی و نظریه مجموعه‌های فازی است که توسط ایشیکاوا و همکاران (۱۹۹۳)^۲ ارائه شد. نکته مهم در اجرای روش دلفی اندازه پانل خبرگان است. در ارتباط با اندازه پانل موردنیاز برای دلفی سنتی و دلفی فازی اجماع نظر وجود ندارد (Mullen, 2003); اما اندازه معمول پانل خبرگان بین ۸ تا ۱۲ (Cavalli-Sforza et al. 1984) یا بین ۱۰ تا ۱۸ نفر است (Okoli and Pawlowski, 2004).

¹ Service Level Agreement (SLA)

² Ishikawa et al. 1993

و محققان دانشگاهی، مدیران و کارشناسان فناوری اطلاعات در حوزه فاوای آجا می‌باشند. نحوه شناسایی آن‌ها براساس ۴ ویژگی دانش (حداقل تحصیلات کارشناسی)، تجربه (سنوات کاری مرتبط با فاوا بیش از ۵ سال)، تمایل و زمان کافی برای شرکت در پژوهش بوده است. در جدول ۲ ویژگی‌های حرفه‌ای اعضاء پانل خبرگان دلفی نشان داده شده است.

جدول (۲) مشخصات اعضاء پانل خبرگان حوزه پردازش ابری آجا

شماره	عنوان شغلی	درجه، نام و نشان	سابقه کاری	سطح تحصیلات
۱	مدرس دانشگاه	سرهنگ علی خلیلی	دکتری	۱۵
۲	مدرس دانشگاه	سرهنگ بهنام عبدی	دکتری	۱۴
۳	مدرس دانشگاه	سرهنگ بهمن کاظمی	دکتری	۸
۴	مدرس دانشگاه	سرهنگ مهدی اکبری	دکتری	۷
۵	مدیر فناوری اطلاعات	سرهنگ اکبر شرفی	دکتری	۱۰
۶	مدیر فناوری اطلاعات	سرهنگ حسین رضوانی	کارشناسی ارشد	۱۲
۷	محقق در رشته فناوری اطلاعات	سرهنگ ۲ اسماعیل عامری	کارشناسی ارشد	۶
۸	محقق در رشته فناوری اطلاعات	سرهنگ ۲ مهدی جوادی	کارشناسی ارشد	۷
۹	محقق در رشته فناوری اطلاعات	سرگرد محسن طلابی	کارشناسی ارشد	۵
۱۰	کارشناس اجرایی فناوری اطلاعات	سرگرد احسان نوروزی	کارشناسی	۶
۱۱	کارشناس اجرایی فناوری اطلاعات	سرهنگ ۲ رضا شهریاری	کارشناسی	۹
۱۲	کارشناس اجرایی فناوری اطلاعات	سروان موسی حمدالله زاده	کارشناسی	۵

گام‌های روش دلفی فازی عبارت‌اند از (Bouzon et al, 2016):

گام اول: تعیین شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری با مور جامع مبانی نظری پژوهش؛

گام دوم: جمع‌آوری نظرهای متخصصان و مدیران این حوزه.

در این گام بعد پس از تعیین اعضاء پانل در هر مرحله پرسش‌نامه به صورت الکترونیک طراحی شد و سپس برای اعضا پانل از طریق نرم افزار مکاتبات اداری ارسال گردید، که در آن متغیرهای زبانی جدول ۳، برای بیان اهمیت هر شاخص به کار می‌رود. در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی استفاده می‌شود که به دلیل سادگی در فهم آن به دفعات مورد توجه پژوهشگران مختلف قرار گرفته است و در آن $\tilde{M} = (l, m, u)$ یک عدد فازی مثلثی است و l, m, u به ترتیب کوچک‌ترین، محتمل‌ترین و بزرگ‌ترین ارزش ممکن است.

جدول (۳) عبارت‌های کلامی برای تایید شاخص‌های تصمیم‌گیری

متغیر زبانی انگلیسی	متغیر زبانی فارسی	عدد فازی
Very Low	خیلی کم	(0,0,0.25)
Low	کم	(0,0.25,0.5)
Medium	متوسط	(0.25,0.5,0.75)
High	زیاد	(0.5,0.75,1)

(0.75,1,1)	خیلی زیاد	Very High
------------	-----------	-----------

گام سوم: تأیید شاخص‌های پراهمیت: این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه $\tilde{\alpha}$ صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه از چند طریق محاسبه می‌شود؛ ولی استفاده از مقدار میانگین ارزش شاخص‌ها به عنوان مقدار آستانه یکی از قابل اتکاترین روش‌ها است. برای این کار ابتدا باید مقادیر فازی مثلثی نظرهای خبرگان محاسبه شده، سپس برای محاسبه میانگین نظرات n پاسخ دهنده، میانگین فازی آن‌ها محاسبه شود. بدین منظور لازم است که عدد فازی مثلثی هر شاخص مورد محاسبه قرار گیرد. محاسبه عدد فازی مثلثی $\tilde{\tau}$ برای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد:

$$\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) ; \forall i = 1, 2, \dots, n, \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

$$\tilde{\tau}_j = (a_j, b_j, c_j) \quad (2)$$

$$a_j = \min(a_{ij}) \quad (3)$$

$$b_j = \left(\prod_{i=1}^n b_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

$$c = \max(c_{ij}) \quad (5)$$

در روابط بالا، اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری اشاره دارد. \tilde{a}_{ij} مقدار ارزش فازی اکتسابی هر شاخص توسط هر تصمیم‌گیرنده و $\tilde{\tau}_j$ میانگین فازی ارزش هر شاخص است؛ همچنین میانگین مقادیر فازی محاسبه شده از طریق رابطه ۱، به روش مرکز ثقل، فازی‌زادایی می‌شود.

$$crisp = \frac{a+2b+c}{4} \quad (6)$$

بعد از محاسبه مقادیر بالا اگر مقدار فازی‌زادایی شده $\tilde{\alpha} \geq \tilde{\tau}$ باشد، شاخص مورد نظر تأیید و به مرحله اصلی تصمیم‌گیری وارد می‌شود؛ ولی اگر مقدار فازی‌زادایی شده $\tilde{\alpha} \leq \tilde{\tau}$ باشد، شاخص مورد نظر رد می‌شود. روش بهترین-بدترین

روش رتبه بندی بهترین-بدترین در سال ۲۰۱۵ توسط جعفر رضایی (۲۰۱۵) ارائه شد. در این روش بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک

از این دو شاخص و دیگر شاخص‌ها صورت می‌گیرد. سپس یک مسئله حداکثر حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد. همچنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شده است. گام اول: در این گام می‌بایست مجموعه شاخص‌های تصمیم‌گیری تعیین شود. مجموعه شاخص‌ها به صورت $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ تعریف می‌شود که برای گرفتن یک تصمیم موردنیاز است. گام دوم: بهترین (مهمتر، مطلوب‌تر) و بدترین (دارای کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص مشخص می‌گردد. در این مرحله تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به طور کلی تعریف می‌کند، هیچ مقایسه‌ای در این مرحله صورت نمی‌گیرد. گام سوم: در این مرحله ارجحیت بهترین شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص می‌گردد. بردار ارجحیت بهترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها به صورت $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ نمایش داده می‌شود. در بردار ذکر شده، a_{Bj} نشان‌دهنده ارجحیت بهترین شاخص (B) نسبت به شاخص (j) است، واضح است که $a_{BB} = 1$. گام چهارم: در این گام نیز ارجحیت همه شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص با اعداد ۱ تا ۹ مشخص می‌شود. بردار ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص را به صورت $A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})$ نمایش داده می‌شود. در بردار ذکر شده، a_{jw} ارجحیت شاخص (j) نسبت به بدترین شاخص (W) است، واضح است که $a_{ww} = 1$ است. گام پنجم: می‌بایست در این گام مقادیر بهینه وزن‌ها محاسبه شود ($W^*_1, W^*_2, \dots, W^*_n$). برای تعیین وزن بهینه هر یک از شاخص‌ها، زوج‌های w_j / w_B و $a_{Bj} = w_j / w_B$ تشکیل شده، سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه j‌ها، باید راه حلی پیدا شود تا عبارات $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ و $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$ را برای همه j‌هایی که حداقل شده است، حداکثر نماید. با توجه به غیرمنفی بودن وزن‌ها و مجموع اوزان می‌توان مدل را به صورت رابطه (7) فرموله نمود:

$$\min \max_j \left[\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \right] \quad (7)$$

$$\sum_j^{s.t.} w_j = 1 \quad w_j \geq 0, \text{ for all } j$$

همچنین می‌توان مدل ۷ را به مدل ۸ تبدیل نمود:

$$\text{Min } \varepsilon$$

$$\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \varepsilon, \text{ for all } j$$

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \varepsilon, \text{for all } j \quad (8)$$

$$\sum_j^w w_j = 1, w_j \geq 0, \text{for all } j$$

البته مدل خطی تابع فوق نیز به صورت زیر ارائه شده است و در این مقاله اوزان شاخص‌ها با استفاده از مدل خطی به دست می‌آیند.

$$\text{Min } \varepsilon$$

$$|w_B - a_{Bj} w_j| \leq \varepsilon, \text{for all } j$$

$$|w_j - a_{jw} w_w| \leq \varepsilon, \text{for all } j \quad (9)$$

$$\sum_j^w w_j = 1, w_j \geq 0, \text{for all } j$$

با حل مدل فوق مقدار بهینه ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$) و ε به دست می‌آید. (رضایی، ۱۵۰۲) با استفاده از ε به دست آمده، نرخ سازگاری محاسبه می‌شود. واضح است که مقدار ε بزرگ‌تر نشان‌دهنده نرخ سازگاری بالاتری است. از آنجایی که $a_{BW} \in a_{Bj} \times a_{jw} = a_{BW}$ و $\{1, 2, \dots, 9\}$ است، می‌توان حداکثر مقدار ε به دست آورد. با استفاده از شاخص‌های سازگاری موجود در جدول ۴ و فرمول ارائه شده می‌توان نرخ سازگاری را محاسبه کرد.

جدول (۴) شاخص‌های سازگاری با استفاده از روش بهترین-بدترین

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	a_{BW}
۵,۱۸	۴,۳۳	۳,۴۵	۲,۸۹	۲,۲۶	۱,۴۳	۱,۰۲	۰,۴۲	۰,۰۰	شاخص سازگاری

$$\varepsilon^* = \frac{\text{نرخ سازگاری}}{\text{شاخص سازگاری}} \quad (10)$$

هرچه مقادیر نرخ سازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد نتایج سازگاری بیشتری دارد. با توجه به تعدد مقایسه‌های زوجی موردنیاز در سایر روش‌ها، انتخاب این روش باعث انجام راحت‌تر پژوهش در زمانی به مراتب کمتر گردید. همچنین از دیگر دلایل انتخاب این روش می‌توان به دقت بالاتر و پیوستگی و ثبات بیشتر نتایج انجام این روش اشاره نمود.

تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

تایید عوامل موثر بر انتخاب خدمت ابری

به منظور تأیید شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری، ۲۴ شاخص که از مرورنظام مند ادبیات پژوهش به دست آمد، در سوالات پرسش‌نامه مخصوص روش دلفی فازی قرار گرفتند و از خبرگان

خواسته شد مطابق با شرح این روش به سوالات پاسخ دهنده. در نهایت پس از تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه روش دلفی طی پنج مرحله در مجموع ۲۱ شاخص تایید و انتخاب گردید. بر اساس نظر (Cheng & Lin, 2002) توقف فرایند نظرسنجی زمانی است که تفاوت میزان فازی‌زدایی شده هر مرحله با مرحله قبلی کمتر از ۰/۲ باشد که در این تحقیق تفاوت مقدار فازی‌زدایی شده مرحله پنجم و چهارم برای شاخص‌های تایید شده کمتر از ۰/۲ بود. نتایج روش دلفی فازی در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول (۵) نتایج روش دلفی فازی

شاخص		میانگین فازی زدایی شده	نتیجه آزمون
دسترسی‌پذیری (R ₁₁)		(۰,۵۲۰,۰,۹۳,۰)	عدم رد
زمان‌پاسخگویی / تاخیر (R ₁₂)		(۰,۵۰,۰,۹,۱)	عدم رد
ظرفیت (R ₁₃)		(۰,۴۸,۰,۰,۸۹,۰)	عدم رد
پشتیبانی (R ₁₄)		(۰,۳۳,۰,۰,۵۶,۱)	عدم رد
آسانی استفاده (R ₁₅)		(۰,۳۳,۰,۰,۷۸,۱)	عدم رد
مقیاس پذیری (R ₁₆)		(۰,۴۳,۰,۰,۱۱,۱)	عدم رد
برگشت پذیری و خاتمه		(۰,۰,۵۱,۰,۷۹)	رد
قابلیت اطمینان (R ₂₁)		(۰,۰,۵,۰,۰,۸۹,۱)	عدم رد
دسترسی و احراز هویت (R ₂₂)		(۰,۰,۳۸,۰,۰,۶۴,۰,۹۴)	عدم رد
رمزنگاری (R ₂₃)		(۰,۰,۲۲,۰,۰,۶۰,۰,۱)	عدم رد
ثبت رویداد و نظارت (R ₂₄)		(۰,۰,۲,۰,۰,۳۶,۰,۰,۹۱)	عدم رد
مدیریت آسیب پذیری (R ₂₅)		(۰,۰,۳۲,۰,۰,۵۸,۰,۰,۹۵)	عدم رد
حاکمیت (R ₂₆)		(۰,۰,۳۶,۰,۰,۷۲,۰,۰,۹۳)	عدم رد
استاندارد ها و مکانیزم های تصدیق (R ₂₇)		(۰,۰,۲۷,۰,۰,۴۵,۰,۰,۷۹)	عدم رد
محدودیت های نگهداری و افشا (R ₃₁)		(۰,۰,۰,۲۷,۰,۰,۵۸,۰,۱)	عدم رد
شفافیت و اطلاع رسانی (R ₃₂)		(۰,۰,۰,۳۷,۰,۰,۰,۶۴,۰,۱)	عدم رد
موقعیت جغرافیایی داده (R ₃₃)		(۰,۰,۰,۰,۴۴,۰,۰,۶۱,۰,۱)	عدم رد
تأثیر ابر بر محیط (R ₄₁)		(۰,۰,۰,۰,۲۴,۰,۰,۷۷,۰,۰,۹۳)	عدم رد
حمایت مدیر ارشد (R ₄₂)		(۰,۰,۰,۰,۰,۳۰,۰,۰,۷۴,۰,۱)	عدم رد
آموزش نیروی کار فنی		(۰,۰,۰,۰,۰,۲۲,۰,۰,۴۹,۰,۱)	رد
شهرت تامین کننده (R ₄₃)		(۰,۰,۰,۰,۰,۳۱,۰,۰,۴۷,۰,۰,۹۸)	عدم رد
هزینه اجاره (R ₄₄)		(۰,۰,۰,۰,۰,۴۸,۰,۰,۸۱,۰,۱)	عدم رد
هزینه شبکه (R ₄₅)		(۰,۰,۰,۰,۰,۳۸,۰,۰,۰,۵۹,۰,۰,۸۸)	عدم رد
بازخورد کاربران		(۰,۰,۰,۰,۰,۰,۲۱,۰,۰,۰,۴۳,۰,۰,۶۷)	رد
مقدار آستانه		(۰,۰,۰,۰,۰,۰,۰,۶۸,۰,۰,۰,۸۹)	۰,۵۹۷

نتایج روش دلفی فازی نشان می‌دهد که از بین ۲۴ شاخصه اکتشاف شده از ادبیات تحقیق ۳ عامل "برگشت‌پذیری و خاتمه"، "آموزش نیروی کار فنی" و "بازخورد کاربران" رد و ۲۱ عامل دیگر تأیید شدند.

رتبه بندی عوامل موثر بر انتخاب خدمت ابری

در این مرحله با تهیه پرسشنامه مخصوص روش بهترین-بدترین و دریافت نظرات پانل خبرگی، وزن شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری تایید شده از مرحله قبلی، طبق مراحل تشریح شده این روش، محاسبه می‌گردد. به این منظور ابتدا مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌ها مشخص می‌شوند، سپس برای هر دسته نیز مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخص تعیین می‌شود. در گام بعد به تعیین بردار ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها پرداخته می‌شود. برای تعیین این بردار از خبرگان خواسته شده است تا ارجحیت مهم‌ترین شاخص را نسبت به سایر شاخص‌ها از عدد ۱ تا ۹ مشخص نمایند و در نهایت از داده‌های گردآوری شده میانگین گرفته شده و نتایج در جدول ۶ تا ۱۰ بدست می‌آید.

جدول (۶) ارجحیت مهم‌ترین عامل نسبت به دیگر عوامل موثر بر انتخاب زیرساخت ابری

R ₄	R ₃	R ₂	R ₁	مهم‌ترین عامل
۵,۱	۶	۱	۱,۸	R ₂

جدول (۷) ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل عملکردی

R ₁₆	R ₁₅	R ₁₄	R ₁₃	R ₁₂	R ₁₁	مهم‌ترین شاخص
۴,۴	۳,۲	۵,۷	۲	۱,۹	۱	R ₁₁

جدول (۸) ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل امنیتی

R ₂₇	R ₂₆	R ₂₅	R ₂₄	R ₂₃	R ₂₂	R ₂₁	مهم‌ترین شاخص
۶,۴	۵,۷	۲,۶	۳,۵	۶,۸	۶,۶	۱	R ₂₁

جدول (۹) ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل حفاظت از داده شخصی

R ₃₃	R ₃₂	R ₃₁	مهم‌ترین شاخص
۱	۵,۴	۴,۱	R ₃₃

جدول (۱۰) ارجحیت مهم‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل محیطی - سازمانی

R ₄₅	R ₄₄	R ₄₃	R ₄₂	R ₄₁	مهم‌ترین شاخص
۲,۸	۱	۴,۱	۱,۷	۶,۹	R ₄₄

سپس بردار ارجحیت دیگر شاخص‌ها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین شاخص تعیین می‌گردد. برای تعیین این بردار نیز مانند گام قبل عمل کرده و نتایج جداول ۱۱ الی ۱۵ حاصل شد.

جدول (۱۱) ارجحیت کم‌اهمیت‌ترین عامل نسبت به دیگر عوامل موثر بر انتخاب زیرساخت ابری

R ₄	R ₃	R ₂	R ₁	کم‌اهمیت‌ترین عامل
۳	۱	۴,۱	۵,۴	R ₃

جدول (۱۲) ارجحیت کم‌اهمیت‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل عملکردی

R ₁₆	R ₁₅	R ₁₄	R ₁₃	R ₁₂	R ₁₁	کم‌اهمیت‌ترین شاخص
۱,۶	۲	۱	۲,۹	۴,۷	۵,۱	R ₁₄

جدول (۱۳) ارجحیت کم‌اهمیت‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل امنیتی

R ₂₇	R ₂₆	R ₂₅	R ₂₄	R ₂₃	R ₂₂	R ₂₁	کم‌اهمیت‌ترین شاخص
۲,۶	۳,۵	۲,۶	۳,۸	۱	۴	۶,۴	R ₂₃

جدول (۱۴) ارجحیت کم‌اهمیت‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل حفاظت از داده شخصی

R ₃₃	R ₃₂	R ₃₁	کم‌اهمیت‌ترین شاخص
۶,۹	۱	۲,۷	R ₃₂

جدول (۱۵) ارجحیت کم‌اهمیت‌ترین شاخص نسبت به دیگر عوامل محیطی-سازمانی

R ₄₅	R ₄₄	R ₄₃	R ₄₂	R ₄₁	کم‌اهمیت‌ترین شاخص
۶,۹	۷,۸	۴,۱۵	۵,۸	۱	R ₄₁

در نهایت با حل مدل‌های فوق برای شاخص‌های انتخاب زیرساخت ابری، وزن نهایی هر یک از آنها محاسبه گردید که در جدول ۱۶، نشان داده شده است.

جدول (۱۶) اوزان نهایی و رتبه بندی هر یک از شاخص‌های انتخاب زیرساخت ابری در آجا

رتبه	وزن	شاخص	وزن طبقه	طبقه
۱	۰,۲۸۲	دسترس پذیری (۱۱R)	۰,۳۲۰	مؤلفه عملکردی (۱R)
۲	۰,۲۱۴	زمان پاسخگویی / تاخیر (۱۲R)		
۳	۰,۱۳۷	ظرفیت (۱۳R)		
۶	۰,۰۷۸	پشتیبانی (۱۴R)		
۵	۰,۱۲۲	آسانی استفاده (۱۵R)		
۴	۰,۱۶۷	مقیاس پذیری (۱۶R)		

۱	۰,۳۱۱	قابلیت اطمینان (۲۱R)	۰,۳۸۱	مؤلفه امنیتی (۲R)
۵	۰,۰۹۷	دسترسی و احراز هویت (۲۲R)		
۶	۰,۰۵۴	رمزگاری (۲۳R)		
۴	۰,۰۱۶۱	ثبت رویداد و نظارت (۲۴R)		
۲	۰,۱۸۶	مدیریت آسیب پذیری (۲۵R)		
۳	۰,۱۶۱	حاکمیت (۲۶R)		
۷	۰,۰۳۸	استاندارد ها و مکانیزم های تصدیق (۲۷R)		
۳	۰,۲۲۱	محدودیت های نگهداری و افشا (۳۱R)	۰,۱۹۲	مؤلفه حفاظت از داده های شخصی (۳R)
۲	۰,۳۷۲	شفافیت و اطلاع رسانی (۳۲R)		
۱	۰,۳۹۷	موقعیت جغرافیایی داده (۳۳R)		
۵	۰,۱۲۹	تأثیر ابر بر محیط (۴۱R)		
۲	۰,۲۴۲	حمایت مدیر ارشد (۴۲R)		
۴	۰,۱۴۹	شهرت تامین کننده (۴۳R)	۰,۱۰۷	مؤلفه محیطی- سازمانی (۴R)
۱	۰,۲۶۵	هزینه اجاره (۴۴R)		
۳	۰,۲۱۵	هزینه شبکه (۴۵R)		
۰,۱۷۱		مقدار *		
۰,۰۳۳		نرخ سازگاری		

با حل مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین و بدترین مشاهده می‌شود که از نظر امنیت به ترتیب "قابلیت اطمینان، مدیریت آسیب پذیری و حاکمیت" مهمترین شاخصه‌های امنیتی هستند، این طبقه از شاخص‌ها با وزن ۳۸,۱ درصد در انتخاب زیرساخت ابری تأثیر گذار هستند. از حیث عملکرد، به ترتیب شاخصه‌های "دسترسی پذیری خدمت، زمان پاسخگویی و ظرفیت سخت افزاری ماشین مجازی" با اهمیت ترین شاخصه‌ها بوده است و ۳۲ درصد در انتخاب نهایی موثر هستند. از منظر حفاظت از داده شخصی "موقعیت جغرافیایی و شفافیت و اطلاع رسانی" با ۱۹,۲ درصد و از منظر سازمانی و محیطی به ترتیب "هزینه اجاره، حمایت مدیر ارشد و هزینه شبکه" با ۱۰,۷ درصد مهمترین شاخصه‌ها در انتخاب زیرساخت ابری برای درگاه‌های الکترونیک آجا بر اساس اجماع خبرگان را تشکیل می‌دهند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

درگاه‌های الکترونیک سازمانی زیرساختی انعطاف‌پذیر را برای یکپارچه‌سازی و توسعه نرم افزارهای موجود فراهم نموده و اطلاعات لازم را در اختیار کاربران خارج سازمان قرار می‌دهند. آجا مجموعه‌ای متشکل از چهار نیروی مجزا، با فرآیندهای کاری گستردۀ، مراجعان حقیقی و حقوقی متعدد و پراکنده در کل کشور است. با توجه به قابلیت‌های درگاه‌های الکترونیک مانند امکان یکپارچه سازی فرآیندهای کاری و بی اثر سازی فاصله جغرافیایی، توسعه زیرساخت‌های الکترونیک در آجا، همواره مورد تاکید سلسله مراتب فرماندهی بوده است. توسعه خدمات الکترونیک از طریق درگاه‌های الکترونیک آجا، فرصتی بی بدیل برای تحول در امور اداری و نحوه خدمت رسانی آجا به کارکنان و مراجعان بدست داده است. بهره‌گیری از بسترها امن شبکه ملی اطلاعات، زمینه همکاری و تبادلات اطلاعاتی با ارگان‌های خارج آجا را میسر می‌سازد و این مهم خدمت رسانی به مراجعان را سرعت بخشیده و دسترسی آسان به اطلاعات ساخت یافته از پایگاه‌های داده فراسازمانی را برای مدیران و فرماندهان آجا تامین خواهد نمود. این درگاه‌ها نیازمند زیرساخت‌های پردازشی، ذخیره‌سازی و نرم‌افزاری اند که اغلب بر پایه رایانش ابری ارائه می‌گردد. از طرفی پارامترهای مختلف کیفی و کمی دخیل در انتخاب زیرساخت ابری، انتخاب زیرساخت مناسب و امن جهت این درگاه‌ها را به مهمترین چالش مدیران فاوای آجا بدل نموده است. این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه‌بندی شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری جهت درگاه‌های الکترونیک آجا، ابتدا با بررسی نظام مند ادبیات حوزه تحقیق شاخصه‌های انتخاب زیرساخت ابری را تعیین و دسته‌بندی نموده است. سپس با بهره‌گیری از روش دلفی فازی و نظرات ۱۲ خبره دانشگاهی و فنی آجا شاخصه‌های اکتشافی را پالایش، تعدیل و نهایی کرده و در انتهای با کمک روش بهترین-بدترین شاخصه‌های تاییدشده از مرحله قبل را رتبه بندی نموده است. از دلایل به کارگیری روش بهترین-بدترین می‌توان به سادگی فرآیند اجرای آن در مقایسه با روش‌هایی همچون فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۱ که نیاز به مقایسات زوجی زیادی دارد اشاره کرد و همچنین این روش نتایج قابل اطمینان‌تری را نسبت به سایر روش‌های وزن‌دهی ارائه می‌دهد(Guo & Zhao, 2017). دلیل آن هم استفاده کمتر از داده‌های مقایسه‌ای است که منجر به گریز از ناسازگاری در مقایسات توسط خبرگان می‌گردد و همچنین از سوی خبرگانی که زمان محدودی برای پاسخگویی دارند بیشتر قابل بهره‌برداری می‌باشد(رضایی، ۱۵۰۲). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در انتخاب زیرساخت ابری شاخصه‌های امنیتی با ۳۸,۱ درصد بیشترین

^۱ Analytic Hierarchy Process

اهمیت را دارد. این نتیجه با نتایج پژوهش‌های (Mary & Jayapriya, 2014; Tang et al, 2014; Maeser, 2018 2017) همخوانی کامل دارد. قابلیت اطمینان^۱ اولین شاخص مهم امنیتی، به معنی اجرای درست و بدون شکست عملکرد خدمت ابری در بازه زمانی استفاده مطابق با توافقنامه سطح خدمت است. این شاخص به صورت کمی در توافقنامه سطح خدمت قید می‌گردد و البته باید همواره مورد پایش و نظارت قرار گیرد تا در صورت نقض توافقنامه اقدامات لازم برای تغییر خدمت یا تامین کننده صورت گیرد. دومین شاخص امنیتی مدیریت آسیب پذیری^۲ است که به معنی جمع‌آوری منظم اطلاعات آسیب‌های فنی زیرساخت‌های در حال استفاده با هدف ارزیابی و مقابله با خطرات مرتبط با آن آسیب‌پذیری‌ها است. سومین شاخص امنیتی مهم حاکمیت^۳ در خدمت ابری است. حاکمیت نظامی است که به وسیله‌ی آن خدمت ابری هدایت و کنترل می‌شود. اصلی‌ترین حوزه آن مدیریت تغییرات و به روز رسانی‌های خدمت ابری است. در انتخاب زیرساخت ابری شاخصه‌های عملکردی با وزن ۳۲ درصد در جایگاه دوم Yang, Lin & Dou, 2013; اهمیت قرار دارد که این نتیجه در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط (Senarathna et al, 2018) نیز در خصوص زیرساخت به عنوان خدمت ابری جزء مهمترین شاخصه‌هاست. مهمترین شاخص عملکردی خدمت ابری از منظر خبرگان دسترس پذیری^۴ است. دسترس پذیری زیرساخت ابری به قابل استفاده بودن خدمت ابری در بازه زمانی تقاضا شده اشاره دارد. زمان پاسخگویی^۵ و ظرفیت^۶ ماشین‌های مجازی زیرساخت ابری (گذردهی، حافظه، توان پردازندۀ مرکزی و ...) از دیگر شاخصه‌های مهم عملکردی هستند. اغلب این شاخصه‌ها را به صورت کمی در توافقنامه سطح خدمت ابری توسط تامین کننده ارائه می‌گردد و همچنین امکان نظارت بر آن از طریق سایت‌های مدیریت کننده زیرساخت‌ها یا پایش کننده خدمات ابری مانند کلود هارمونی^۷ (وابسته به موسسه تحقیقاتی گارتنر^۸) نیز فراهم می‌باشد. حفاظت از داده شخصی نیز با ۱۹,۲ درصد و با شاخصه‌های موقعیت جغرافیایی^۹ و شفافیت و اطلاع رسانی^{۱۰} تامین کننده در خصوص بازه‌های زمانی تعمیرات سخت افزاری یا خروج از دسترس برنامه ریزی شده خدمت

¹ Reliability² Vulnerability Management³ Governance⁴ Availability⁵ Response Time⁶ Capacity⁷ www.cloudharmony.com⁸ Gartner⁹ Geographical Location of Cloud Service Customer Data¹⁰ Openness, Transparency, and Notice

ابری در انتخاب موثرند. ذخیره‌سازی دارایی اطلاعات آجا در شبکه ملی اطلاعات باید از نظر مکانی و بازه دسترسی به خدمت با سیاست‌های سازمان همخوانی داشته باشد. در بخش محیطی و سازمانی مهمترین شاخصه‌ها هزینه اجاره زیرساخت، حمایت مدیر ارشد و هزینه شبکه (شامل هزینه انتقال اطلاعات بین ماشین‌های مجازی اجاره شده و هزینه ISP سازمان) بوده است. سازمان‌ها همواره به دنبال کاهش هزینه‌های عملیاتی خود می‌باشند و نتیجه بدست آمده در بسیاری از پژوهش‌های انجام گرفته مورد توجه بوده است (Elhabbush et al, 2019). اما نکته‌ای که در نتایج این تحقیق قابل ذکر است را می‌توان توجه به هزینه اتصال به اینترنت و هزینه‌های انتقال اطلاعات بین ماشین‌های مجازی (هزینه شبکه)، علاوه بر هزینه اجاره خدمت دانست به بیان دیگر تابع هزینه مدنظر در اجاره زیرساخت ابری مجموع هزینه اجاره و هزینه شبکه را شامل می‌گردد، که در بسیاری از رویکردهای انتخاب خدمت ابری مغفول مانده است. با توجه به نتایج حاصله از پژوهش حاضر پیشنهادهای اجرایی و مدیریتی زیر برای مدیران فاوای آجا قابل تأمل است:

- بکارگیری خدمات ابری در داخل سازمان و همچنین در گاههای الکترونیک ارائه خدمات آجا نیازمند اخذ مجوز از سلسله مراتب و ارگان‌های ذی ربط است. با توجه به اینکه بسیاری از مشکلات رایانش ابری با فناوری‌های امنیتی جدید مرتفع گردیده است، جلب حمایت سلسله مراتب و راهبرد گذاری در این زمینه باید با آگاهی بخشی و مشخص نمودن دقیق و کارشناسانه نقاط قوت و ضعف صورت پذیرد.
- مهاجرت به زیرساخت‌های ابری با اولویت ابرهای خصوصی در مراکز داده امن شبکه ملی اطلاعات در طراحی، پیاده سازی و عملیاتی نمودن سامانه‌های الکترونیک آجا باید مد نظر مدیران محترم فاوا باشد. جلوگیری از توسعه سامانه‌های جزیره‌ای در زیر مجموعه وتولید سامانه‌های جامع و یکپارچه سازی آن در قالب در گاههای الکترونیک باید محور فعالیت‌های تولید سامانه‌های الکترونیک فاوای آجا باشد.
- با توجه به توسعه شبیان شبکه ملی اطلاعات، راه اندازی مرکز داده اختصاصی در بستر مذکور و ورود به رایانش ابری علاوه بر بهره مندی از مزایای این رویکرد مانند مقیاس پذیری، امکان یکپارچه سازی فرآیند‌های کاری، می‌تواند راهکار مناسبی برای دغدغه‌های امنیتی سلسله مراتب در این خصوص باشد.
- پارامترهای ادعایی در توافقنامه سطح خدمت ابری باید از طریق بررسی تاریخچه ارایه خدمات راستی آزمایی گردد. راستی آزمایی به این دلیل اهمیت دارد که برخی از این پارامترها مانند تاخیر/زمان پاسخ‌گویی به عواملی مانند کیفیت بستر ارتباطی و ترافیک شبکه مربوط

می‌گردند، که خارج از اختیار تامین کننده است. استفاده از سامانه‌های پایش و نظارت بر زیرساخت‌های ابری مانند کلود هارمونی می‌تواند اطلاعات جامعی را از تاریخچه و میزان واقعی پارامترهای کمی خدمات ابری فراهم نماید.

- سامانه‌های مدیریت دانش سازمانی می‌تواند از طریق زیرساخت‌های ابری گسترش و عمق بیشتری یابد این مهم در بسیاری از سازمان‌های مشابه مورد توجه قرار گرفته است، به عنوان نمونه سامانه‌ای کی او^۱ در ارتش ایالات متحده آمریکا نمونه‌ای برخط از سامانه مدیریت دانش است که با کمک زیرساخت‌های ابری ارائه می‌گردد.

موارد زیر در انتخاب و بکارگیری زیرساخت‌های ابری باید مد نظر باشد:

- با هدف پایایی استفاده از خدمات ابری انتخاب مسیرهای ارتباطی جایگزین و تامین سیستم‌های پشتیبان داده بسیار حائز اهمیت هستند و توسط مسئولین فاوای آجا باید مد نظر قرار گیرند.
 - آزمایش کیفیت نرم افزارهای کاربردی استفاده شده درگاه الکترونیک از منظر امنیتی بسیار مورد تاکید است، استاندارد‌های آزمون کیفیت نرم افزارها مانند ایزو ۹۰۰۰ می‌تواند در این خصوص راه گشا باشد.
 - استفاده از روش‌های بهروز محدود سازی دسترسی، حفظ یکپارچگی داده و جلوگیری از دخل و تصرف یا حذف ناخواسته اطلاعات باید در سامانه‌های نرم افزاری آجا پیش‌بینی گردد.
 - استفاده از فناوری‌های لازم برای کنترل دسترسی درون و بیرون سازمانی مانند دیواره‌های آتش و سامانه‌های پایشگر ترافیک داخلی باید در زیرساخت شبکه داخلی و ارتباطی سازمان پیش‌بینی گردد.
 - توجه به رمزنگاری داده‌ها زمانی بیشترین نقش را بازی می‌نماید که اطلاعات میان یک شبکه عمومی و اینترنت داخلی رد و بدل می‌گردد. استفاده از روش‌های رمز نگاری به‌روز و قابل اعتماد باید در کلیه تبادلات اطلاعاتی سامانه‌ها لحاظ گردد.
 - توجه هم‌زمان به کلیه ابعاد و شاخصه‌های انتخاب زیرساخت به عنوان خدمت ابری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. توجه به یکی و غفلت از سایر ابعاد نمی‌تواند تضمین کننده انتخاب درست و قابل اعتماد باشد.
- در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد علاقه مندان موارد زیر را دنبال نمایند:

^۱Army knowledge online (AKO)

- از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای اولویت بندی شاخصه‌های بدست آمده در این پژوهش استفاده شود، همچنین برای کنترل عدم قطعیت در تصمیم‌گیری‌های گروهی از اعداد فازی یا اعداد خاکستری بهره‌گیری شود.
- برای افزایش غنای کار می‌توان با بررسی توافقنامه‌های سطح خدمت تامین کنندگان برتر زیرساخت‌های ابری مانند آمازون^۱، گوگل^۲، آی‌بی‌ام^۳ را بررسی و پارامترهای موجود در آن را با یافته‌های پژوهش حاضر تطبیق داد.

قدرتانی

از خبرگان توانمندی که در طول پژوهش، دانش خویش را سخاوتمندانه در اختیار محققان این پژوهش قرار دادند و استواری پژوهش حاضر بر مشارکت و دانش این بزرگواران قرارگرفته است بسیار سپاسگزاریم.

منابع

- اصلی زاده، احمد، زین الدینی بیدمشکی، حسین. (۱۴۰۷). استخراج شاخص‌ها و آسیب شناسی ارائه خدمات ارتباطی بر روی شبکه ملی اطلاعات. *فصلنامه مدیریت توسعه و تحول*, ۱۳۹۶(۲۸)، ۵۳-۶۱.
- Abdel-Basset, M., Mohamed, M., & Chang, V. (2018). NMCDA: A Framework for Evaluating Cloud Computing Services. *Future Generation Computer Systems*, 86, 12-29.
- Al-Faifi, A. M., Song, B., Hassan, M. M., Alamri, A., & Gumaie, A. (2018). Performance Prediction Model for Cloud Service Selection from Smart Data. *Future Generation Computer systems*, 85, 97-106.
- B. Martens, F. Teuteberg. (2012). Decision-Making in Cloud Computing Environments: A Cost And Risk Based Approach. *Information Systems Frontiers*, 14(4), 871-893.
- 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*.
- Breu, K., Ward, J., & Murray, P. (2000). Success factors in leveraging the corporate information and knowledge resource through intranets. In *Knowledge management and virtual organizations* (pp. 306-320). IGI Global.

^۱ Amazon.EC2

^۲ Google

^۳ IBM

- 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.
- C. Chang, C. Chang, P. Liu. (2012). Probability-Based Cloud Storage Providers Selection Algorithms with Maximum Availability. *Proceeding of 41st International Conference on Parallel ICPP*, (pp. 199-208). Pittsburgh.
- Chen, C., Yan, S., Zhao, G., Lee, B.-s., & Singhal, S. (2012). A Systematic Framework Enabling Automatic Conflict Detection and Explanation in Cloud Service Selection for Enterprises. *Proceeding of Sixth International Conference on Cloud Computing*, (pp. 883-890). Honolulu.
- Condliffe, J. (2017, 3 3). Amazon's \$150 Million Typo Is a Lightning Rod for a Big Cloud Problem. Retrieved 9 9, 2018, from MIT Technology Review: <https://www.technologyreview.com/s/603784/amazons-150-million-typo-is-a-lightning-rod-for-a-big-cloud-problem/>
- Commission, E. (2014, 6 24). Cloud Service Level Agreement Standardisation Guidelines Retrieved from European Commission: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?action=display&doc_id=613.
- Cavalli-Sforza, V., & Ortolano, L. (1984). Delphi forecasts of land use: Transportation interactions. *Journal of transportation engineering*, 110(3), 324-339.
- Ding, S., Wang, Z., Wu, D., & Olson, D. L. (2017). Utilizing Customer Satisfaction in Ranking Prediction for Personalized Cloud Service Selection. *Decision Support Systems*, 93, 1-10.
- Elhabbash, F. Samreen, J. Hadley, Y. Elkhatib, "Cloud brokerage: A systematic survey", ACM Computer. Survey. vol. 51, no. 6, 2019.
- Esposito, C., Ficco, M., Palmieri, F., & Castiglione, A. (2016). Smart Cloud Storage Service Selection Based on Fuzzy Logic, Theory of Evidence and Game Theory. *IEEE Transactions on Computers*, 65(8), pp. 2348-2362.
- 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
- Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. *Fuzzy sets and systems*, 55(3), 241-253.
- ISO. (2016). Information Technology - Cloud Computing - Service Level Agreement (SLA) Framework. ISO/IEC.
- Garg, K.S., Gao, L., & Montgomery, J. (2015). Clouds Selection for Network Appliances Based on Trust Credibility. *Proceedings of Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)*, (pp. 302-307).
- Gutierrez-Garcia, j., & Sim, K.-M. (2012). Agent-based Cloud Service Composition. *Applied Intelligence*, 38(3), 436-464.

- Hazra, T. K. (2002, May). Building enterprise portals: principles to practice. In *Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering* (pp. 623-633).
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information systems*, 47, 98-115.
- Hogben, G., & Marnix, D. (2012, 4 2). Procure Secure: A Guide to Monitoring of Security Service Levels in Cloud Contracts. Retrieved from enisa: https://www.enisa.europa.eu/publications/procure-secure-a-guide-to-monitoring-of-security-service-levels-in-cloud-contracts/at_download/fullReport.
- 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.
- Jatoh, C., Gangadharan, G., Fiore, U., & Buyya, R. (2018). SELCLOUD: a Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Model for Selection of Cloud Services. *Soft Computing*, 1-15. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3120-2>
- Kannan, D., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Jabbour, C. J. C. (2014). Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzyTOPSIS applied to a Brazilian electronics company. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 432-447.
- MacGillivray, C., Torchia, M., Kalal, M., Kumar, M., Memorial, R., Siviero, A., et al. (2016, 5 10). Worldwide Internet of Things Forecast Update, 2016–2020., from IDC Research: <https://www.idc.com/getdoc.jsp>
- Maeser R.K., (2018). *A Model-Based Framework for Analyzing Cloud Service Provider Trustworthiness and Predicting Cloud Service Level Agreement Performance*. PhD. Dissertation.
- Menzel, M., Schönherr, M., & Tai, S. (2013). (MC2)2: Criteria, Requirements and a Software Prototype for Cloud Infrastructure Decisions. *Software: Practice and Experience*, 43(11), 1283–1297.
- Mullen, P. M. (2003). Delphi: myths and reality. *Journal of health organization and management*.
- 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.
- Li, Y. W., Yang, S. M., & Liang, T. P. (2015). Website interactivity and promotional framing on consumer attitudes toward online advertising: Functional versus symbolic brands. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 7(2), 3.
- 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.

- Patiniotakis, Y. Verginadis, G. Mentzas. (2016). PuLSaR: Preference-Based Cloud Service Selection for Cloud Service Brokers. *Journal of Internet Services and Applications*, 7(13), 6-26.
- Ponemon. (2016, 1 19). 2016 Cost of Data Center Outages. Retrieved 9 9, 2018, from Ponemon Institue: <http://www.ponemon.org/blog/2016-cost-of-data-center-outages>
- Q. He, J. Han, Y. Yang, J. Grundy, H. Jin. (2012). QoS-Driven Service Selection for Multi-Tenant SaaS. *Proceeding of IEEE Fifth International Conference on Cloud Computing*, (pp. 566-573). Honolulu.
- Rezaei, Jafar. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53 (2015): 49-57.
- R. Karim, C. Ding, A. Miri. (2013). an End-To-End QoS Mapping Approach for Cloud Service Selection. *Proceeding of Ninth World Congress on Services (SERVICES)*, (pp. 341-348). Santa Clara.
- Ross, P. K., & Blumenstein, M. (2015). Cloud Computing as a Facilitator of SME Entrepreneurship. *Technology Analysis & Strategic Management*, 27, 87-101.
- Ramos-Diaz, M. I., Back-Janis, M. B. H., Strom, H. M., Howlett, B., Renker, A. M., & Washines, D. E. (2020). Roots to Wings—A Transformative Co-Mentoring Program to Foster Cross-Cultural Understanding and Pathways into the Medical Profession for Native and Mexican American Students. *The Wiley International Handbook of Mentoring: Paradigms, Practices, Programs, and Possibilities*, 409-425.
- Scheepers, R. (2006). A conceptual framework for the implementation of enterprise information portals in large organizations. *European Journal of Information Systems*, 15(6), 635-647.
- S. Kumar Garg, S. Versteeg, R. Buyya. (2013). A Framework for Ranking of Cloud Computing Services. *Future Generation Computer Systems*, 29(4), 1012-1023.
- S. Silas, EB. Rajsingh, K. Ezra. (2012). Efficient Service Selection Middleware Using ELECTRE Methodology for Cloud Environments. *Information Technology Journal*, 11(7), 868-875.
- S. Soltani, P. Martin, Kh. Elgazzar. (2014). QuARAMRecommender: Case-Based Reasoning for IaaS Service Selection. *Proceeding of International Conference on Cloud and Autonomic Computing (ICCAC)*, (pp. 220-226). London.
- S. Sundareswaran, A. Squicciarini, D. Lin. (2012). A Brokerage-Based Approach for Cloud Service Selection. *Proceeding of IEEE Fifth International Conference on CLOUD*, (pp. 558-565). Honolulu.
- Siddaway, A.P. Meiser-Stedman, R., Serpell, L., & Field, A.P. (2014). A meta-analysis of risk factors for post-traumatic stress disorder in children and adolescents. *Clinical Psychology Review*, 32, 122-138

- Somu, N., M.R., G. R., Krishivasan, K., & V.S., S. S. (2018). A Trust Centric Optimal Service Ranking Approach for Cloud Service. *Future Generation Computer Systems*, 86, 234-252.
- Sun, L., Zhang, J., Lu, X., Zhang, L., & Zhang, Y. (2011). Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food and chemical toxicology*, 49(10), 2689-2696.
- Tang, M., Dai, X., Liu, J., & Chen, J. (2017). Towards a Trust Evaluation Middleware for Cloud Service Selection. *Future Generation Computer Systems*, 74, 302-312. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2016.01.009>
- W. Fan, Sh. Yang, H. Perros, J. pei. (2015). A multi-dimensional trust-aware cloud service selection mechanism based on evidential reasoning approach. *International Journal of Automation and Computing*, 12(2), 208-219.
- 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=7010g00000016JiA>
- Yang, J., Lin, W., & Dou, W. (2013). An Adaptive Service Selection Method for Cross-Cloud Service Composition. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 25(18), 2435-2454.
- Yu, Q. (2015). CloudRec: a Framework for Personalized Service Recommendation in the Cloud. *Knowledge and Information Systems*, 43(2), 417-443.