

## پیمایشی درباره اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر برون‌سپاری فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری، در دانشگاه‌های استان سمنان با بهره‌مندی از روش دیمتل فازی

میرسعید شفایی تنکابنی<sup>۱</sup>، رضا شیخ<sup>۲</sup>، محمدمهدی جلالی<sup>۳</sup>

**چکیده:** رایانش ابری از جدیدترین پارادایم‌های برون‌سپاری فناوری اطلاعات به‌شمار می‌رود که توانسته است در چند سال اخیر با توجه به ماهیت انعطاف‌پذیرش، سازمان‌ها را در مقابل تغییرات مداوم فناوری اطلاعات محافظت کند. مدیران سازمان‌ها با شناخت دقیق نیازها و اولویت‌بندی آنها می‌توانند برون‌سپاری موفق‌تری را در بستر رایانش ابری تجربه کنند. در این راستا، کنسرسیوم طرح اندازه‌گیری خدمات ابری، شاخص‌های استاندارد را به نام شاخص اندازه‌گیری خدمات برای مقایسه خدمات ابری فراهم آورده است که می‌تواند کمک بسزایی در شناسایی نیازهای سازمان برای روی آوردن به رایانش ابری پیشنهاد کند. این مقاله برای اولویت‌بندی نیازهای سازمان‌ها، روش دیمتل فازی را پیشنهاد می‌کند. در این روش، نظر خبرگان فناوری اطلاعات درباره برون‌سپاری بخش فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری، پس از جمع‌آوری، اولویت‌بندی می‌شود. مطالعه موردی این پژوهش، دانشگاه‌های استان سمنان است. نتایج به‌دست‌آمده از پیاده‌سازی این مدل، نشان می‌دهد مهم‌ترین معیارهای برون‌سپاری در بستر رایانش ابری، به ترتیب پذیرش، کارایی و تجربه قرارداد است. همچنین این مدل نشان می‌دهد مدیریت امنیت، مالکیت و تجربه قرارداد، از معیارهای تأثیرگذارند.

**واژه‌های کلیدی:** برون‌سپاری فناوری اطلاعات، رایانش ابری، روش دیمتل فازی، شاخص اندازه‌گیری خدمات.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد، واحد الکترونیکی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

۳. استادیار گروه فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۱۶

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۱۷

نویسنده مسئول مقاله: میرسعید شفایی تنکابنی

E-mail: shafae\_s@shahroodut.ac.ir

## مقدمه

برون‌سپاری سیستم‌های اطلاعاتی / فناوری اطلاعات<sup>۱</sup>، یکی از موضوعات مهم در مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی است. امروزه، قراردادهای برون‌سپاری فناوری اطلاعات به سرعت در حال تغییر است و نیاز به انعطاف در قراردادهای برون‌سپاری احساس می‌شود (بوهم، لمیستر، ریدل و کرک مار، ۲۰۱۱: ۵۶-۳۱). رایانش ابری<sup>۲</sup> یکی از جدیدترین پارادایم‌های برون‌سپاری فناوری اطلاعات در چندسال اخیر است و انعطاف‌پذیری ذاتی آن را می‌توان یکی از مهم‌ترین دلایل روی آوردن سازمان‌ها به این فناوری دانست. بسیاری از سرویس‌های ارائه‌شده رایانش ابری، با به‌کارگیری مدل رایانش همگانی، امکان مصرف این سرویس‌ها را به‌گونه‌ای مشابه با صنایع همگانی، مانند برق فراهم می‌کنند. سازمان‌ها با توجه به مزایای بسیار زیاد رایانش ابری، استفاده از این خدمات را برای چابکی هرچه بیشتر فعالیت‌های‌شان آغاز کردند.

از جمله کاربردهای رایانش ابری در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی، می‌توان به مدیریت و اشتراک دانش مبتنی بر رایانش ابری در کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی اشاره کرد. با استفاده از مدل نرم‌افزاری با نام سرویس (SaaS)<sup>۳</sup>، کارگزاران کتابخانه استقرار نرم‌افزار را بر سرورهای دورافتاده آغاز کردند و به مشتریان‌شان امکان دادند از طریق رابط‌های کاربری مبتنی بر وب به داده‌ها دست یابند. همچنین، سیستم‌های آموزش الکترونیکی، اغلب برای فراهم کردن محیط آموزشی، به منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری نیاز دارند که فراهم کردن آن مستلزم صرف هزینه‌های زیادی است. رایانش ابری بهترین راه‌حل برای فراهم کردن منابع با صرف هزینه کمتر است. محیط آموزشی ابری در زمینه آموزش از اهمیت خاصی برخوردار است و با آموزش رسمی و آموزش بیرون از محیط آموزشی ارتباط دارد. از رایانش ابری می‌توان برای محاسبه‌های سنگین، ذخیره‌سازی داده‌ها و... در مکان‌های علمی و آموزشی استفاده کرد.

اما تغییر جهت حرکت به رایانش ابری ساده نیست. سازمان‌ها در طول حیاتشان با چالش‌های بسیاری در این راه مواجه می‌شوند که شروع بحران اقتصادی جهان در سال ۲۰۰۷ را می‌توان اولین چالش دانست. چگونگی شناخت دقیق نیازهای مختلف سازمان و همچنین انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات برای دستیابی به برون‌سپاری بهتر را می‌توان چالشی دیگر برای سازمان‌ها در نظر گرفت. آخرین چالش، تعیین درجه اهمیت معیارهای برون‌سپاری است؛ به‌طوری که سازمان‌ها با اولویت‌بندی نیازهای‌شان، برون‌سپاری موفق‌تری داشته باشند.

این پژوهش، به دو سؤال اصلی زیر پاسخ می‌دهد:

1. Information System/Information Technology Outsourcing (IS/IT Outsourcing)
2. Cloud Computing
3. Software as a Service (SaaS)

۱. عوامل مؤثر بر برون‌سپاری فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری چیست؟
  ۲. اولویت‌بندی این عوامل با روش چند معیاره دیمتل فازی چگونه است؟
- شایان ذکر است روش دیمتل، عموماً برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی به‌وجود آمده است. این روش همچنین برای ساختاردهی به دنباله‌ای از اطلاعات مفروض، کاربرد دارد؛ به طوری که شدت ارتباطات را به صورت امتیازدهی بررسی می‌کند، بازخورهای با اهمیت را می‌جوید و روابط انتقال‌ناپذیر را می‌پذیرد.

### پیشینه نظری پژوهش

#### برون‌سپاری سیستم‌های اطلاعاتی / فناوری اطلاعات

برون‌سپاری سیستم‌های اطلاعاتی، در سال ۱۹۵۴، زمانی آغاز شد که شرکت جنرال الکتریک با آرتور اندرسون و یونیواک قراردادی امضا کرد (کلپر و جونز، ۱۹۹۸). طبق تعریف جنستر و پدرسون، به انتقال وظایف و خدمات - که پیش از این در داخل سازمان انجام می‌گرفت - به فروشندگان خارجی، برون‌سپاری گفته می‌شود (جنستر و پدرسن، ۲۰۰۰؛ هاسی و جنستر، ۲۰۰۳). بر اساس بررسی لسیتی و همکاران، تعداد مقاله‌های برون‌سپاری فناوری اطلاعات، فقط در سال ۲۰۰۹ نسبت به ۱۶ سال گذشته (۲۰۰۹-۱۹۹۴)، کمابیش ۴/۵ برابر شده است (لسیتی، خان و ویلکوکس، ۲۰۰۹). این آمار اهمیت این موضوع را در جوامع علمی نشان می‌دهد. ارتباط بین رایانش ابری و برون‌سپاری سیستم‌های اطلاعاتی با چالش‌هایی که در برون‌سپاری بود، پدید آمد. مشتریان سرویسی مقرون‌به‌صرفه، کارآمد و انعطاف‌پذیر می‌خواستند. در عین حال، بیشتر مشتریان خواستار نوآوری یا شناسایی پتانسیل‌های نوآوری مشتریان خاص از ارائه‌دهنده بودند. در این میان و خارج از چالش و محدودیت‌های بیان‌شده مشتریان، پدیده رایانش ابری ظهور کرد (بوهم و همکاران، ۲۰۱۱: ۵۶-۳۱).

#### رایانش ابری

پیدایش مفهوم اساسی رایانش ابری به دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد. جان مک‌کارتی در سال ۱۹۶۱ هنگام سخنرانی بیان کرد: «محاسبات ممکن است روزی به‌مانند ابزار عمومی، سازماندهی شوند» (گارفینکل، ۲۰۱۱)، اما جامع‌ترین تعریف برای رایانش ابری از مؤسسه بین‌المللی استاندارد و فناوری آمریکا<sup>۱</sup> به شرح زیر است:

1. National Institute of Standards and Technology (NIST)

رایانش ابری مدلی است برای فراهم کردن دسترسی آسان بر اساس تقاضای کاربر از طریق شبکه، به مجموعه‌ای از منابع رایانشی تغییرپذیر و پیکربندی (مانند: شبکه‌ها، سرورها، فضای ذخیره‌سازی، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) که این دسترسی بتواند با کمترین نیاز به مدیریت منابع یا نیاز به دخالت مستقیم ارائه‌دهنده‌گان سرویس به سرعت فراهم یا آزاد (رها) شود (میل و گرنس، ۲۰۰۹).

### شاخص اندازه‌گیری خدمات

کنسرسیوم طرح اندازه‌گیری خدمات ابری<sup>۱</sup>، در راستای پرداختن به نیازهای صنایع، معیارهای پذیرفته‌شده جهانی را برای محاسبه مزیت‌ها و ریسک‌های استفاده از خدمات رایانش ابری بررسی می‌کند (اس. ام. آی، ۲۰۱۴).

براساس تعریف کنسرسیوم طرح اندازه‌گیری خدمات ابری، شاخص اندازه‌گیری خدمات<sup>۲</sup> شامل مجموعه‌ای از شاخص‌های کلیدی عملکرد<sup>۳</sup> مرتبط با کسب‌وکار است که روشی استاندارد را برای اندازه‌گیری و مقایسه خدمات کسب‌وکار فراهم می‌آورد؛ بی‌آنکه انجام آن را در داخل یا خارج سازمان در نظر بگیرد. اس. ام. آی. برای کمک به سازمان‌ها طراحی شده است و وظیفه آن ایجاد روشی استاندارد برای اندازه‌گیری خدمات کسب‌وکار ابری بر مبنای نوع خاص کسب‌وکار و نیازهای آن است. هم‌اکنون این کنسرسیوم در حال توسعه‌دادن شاخص‌های خدمات ابری است (اس. ام. آی، ۲۰۱۱).

چارچوب اس. ام. آی، ساختاری سلسله‌مراتبی دارد و ۵۰ صفت را دربرمی‌گیرد که به هفت گروه اصلی تقسیم شده است. هر گروه دست‌کم از سه صفت یا معیار شکل می‌گیرد. در درون هر صفت، مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکرد کلیدی تعریف شده است. در ژانویه سال ۲۰۱۴، نسخه دوم شاخص اندازه‌گیری خدمات در حالی عرضه شد که نسخه اول آن در سال ۲۰۱۱ منتشر شده بود.

در جدول ۱، هفت گروه اصلی همراه با تعاریف آنها که در نسخه دوم منتشر شده است، مشاهده می‌شود (اس. ام. آی، ۲۰۱۴).

تصمیم‌گیرندگان و کارشناسان تجربه فناوری اطلاعات برای اتخاذ بهترین تصمیم‌ها به‌منظور برون‌سپاری در بستر رایانش ابری، از این چارچوب بهره می‌برند (سیگل و پردو، ۲۰۱۲).

1. Services Measurement Initiative Consortium (CSMIC)

2. Service Measurement Index (SMI)

3. Key Performance index

جدول ۱. هفت گروه اصلی شاخص اندازه‌گیری خدمات همراه با تعاریف هر یک از آنها

| ردیف | گروه‌ها                               | تعاریف   |
|------|---------------------------------------|--|
| ۱    | مسئولیت‌پذیری / پاسخگویی <sup>۱</sup> | این گروه شامل صفت‌هایی است که برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مرتبط با سازمان فراهم‌کننده خدمات ابری استفاده می‌شود. این ویژگی‌ها ممکن است مستقل از خدمات ارائه شده باشد. |
| ۲    | چابکی <sup>۲</sup>                    | این گروه، تأثیر خدمات بر توانایی مشتری را برای تغییر مسیر، راهبرد یا راهورد، به سرعت و با حداقل اختلال نشان می‌دهد.  |
| ۳    | ضمانت / اطمینان <sup>۳</sup>          | این گروه شامل صفاتی کلیدی است و نشان می‌دهد چقدر احتمال دارد این خدمات به‌طور مشخص در دسترس باشد.  |
| ۴    | مالی <sup>۴</sup>                     | میزان هزینه‌ای که مشتری برای سرویس پرداخت می‌کند.  |
| ۵    | کارایی <sup>۵</sup>                   | این گروه ویژگی‌ها و عملکردهای سرویس‌های تهیه‌شده را پوشش می‌دهد.   |
| ۶    | امنیت و حریم خصوصی <sup>۶</sup>       | این گروه شامل صفت‌هایی است که تأثیر کنترل ارائه‌کنندگان خدمات ابری بر دسترسی به خدمات، داده خدمات و خدمات ارائه‌شده فیزیکی را مشخص می‌کند.                           |
| ۷    | قابلیت استفاده <sup>۷</sup>           | روش آسانی است که به‌کمک آن می‌توان از سرویس استفاده کرد.   |

### منطق فازی

مفاهیم بسیاری در پیرامون ما وجود دارد که دقیق نیستند و ما آنها را به‌صورت روزمره در قالب عبارت‌های مختلف بیان می‌کنیم. وجود چنین ابهام‌هایی در افکار و دانش بشری، حل مسائل پیچیده را مشکل می‌کند. برای حل چنین مشکلاتی، پروفیسور لطفی‌زاده، تئوری فازی را در سال ۱۹۶۵ معرفی کرد (لطفی‌زاده، ۱۹۶۵). به‌کارگیری صفت‌های قطعی، وجه تمایزی ایجاد می‌کند که به‌کمک آن می‌شود مفهوم تابع عضویت را در منطق فازی به‌وجود آورد. رابطه<sup>۱</sup>، تابع عضویت عنصر  $x$  در مجموعه قطعی  $A$  را با  $\mu_A(x)$  نشان می‌دهد.

$$\mu_A(x) = f(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in A \\ 0, & \text{if } x \notin A \end{cases} \quad \text{رابطه ۱}$$

چنین ابهام‌هایی سبب می‌شود انسان‌ها عبارت‌ها و کلمه‌های تقریبی را به‌کار ببرند. همان‌گونه که در محاسبه‌های ریاضی از متغیرهای عددی استفاده می‌شود، در منطق فازی نیز از

1. Accountability
2. Agility
3. Assurance
4. Financial
5. Performance
6. Security and Privacy
7. Usability

متغیرهای زبانی (گفتاری یا غیر عددی) استفاده می‌شود. متغیرهای زبانی به متغیرهایی گفته می‌شود که مقادیر آنها به جای عددها، کلمه‌ها و جمله‌ها، زبان‌های انسانی یا ماشینی هستند.

### روش دیمتل فازی

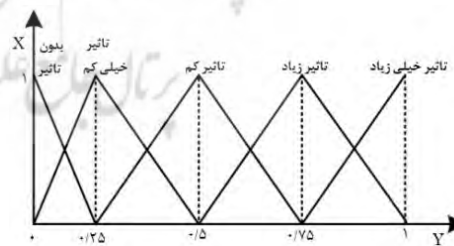
فونتلا و گابوس همراه با برنامه علوم و بشر انستیتو بتل میموریال ژنو، روش دیمتل را در سال ۱۹۷۱ ارائه کردند. این روش که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس مقایسه‌های زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آنها، با به‌کارگیری اصول نظریه گراف‌ها، ساختاری سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم را همراه با روابط تأثیر و تأثر متقابل ارائه می‌دهد و شدت اثر روابط مذکور را به‌صورت امتیاز عددی معین می‌کند (آقابراهیمی سامانی، ماکویی، صدرلاهیجانی و همایون، ۱۳۸۷). اما ناتوانی این روش در تصمیم‌گیری در وضعیت عدم اطمینان، زمینه ظهور روش دیمتل فازی شد. گام‌های این روش به شرح زیر است:

**مرحله اول - شناسایی تصمیم و خبرگان هدف:** اولین قدم، شناسایی اهداف تصمیم است. در نتیجه، تشکیل کمیته خبرگان برای جمع‌آوری دانش گروهی به‌منظور حل مسئله ضروری است.

**مرحله دوم - توسعه معیارهای ارزیابی و طراحی مقیاس زبانی فازی:** در این مرحله، ضمن مشخص کردن معیارهای استاندارد به‌منظور ارزیابی اهداف، قضاوت خبرگان به‌صورت کلامی و فازی جمع‌آوری می‌شود. اعداد فازی مثلثی، همراه با عبارت‌های کلامی معادل آن و مقیاس کلامی فازی، به‌ترتیب، در شکل ۱ و جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. مقیاس کلامی فازی

| عبارت کلامی          | عدد فازی مثلثی    |
|----------------------|-------------------|
| تأثیر خیلی زیاد (VH) | (۰/۷۵، ۱/۰، ۱/۰)  |
| تأثیر زیاد (H)       | (۰/۵، ۰/۷۵، ۱/۰)  |
| تأثیر کم (L)         | (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵) |
| تأثیر خیلی کم (VL)   | (۰/۰، ۰/۲۵، ۰/۵)  |
| بدون تأثیر (NO)      | (۰/۰، ۰/۰، ۰/۲۵)  |



شکل ۱. اعداد فازی مثلثی معادل عبارت‌های کلامی

**مرحله سوم - تشکیل ماتریس مستقیم ارتباط اولیه:** برای اندازه گیری رابطه بین معیارها، از گروه تصمیم گیرندگان که شامل  $p$  کارشناس و خبره (تعداد  $p$  ماتریس فازی،  $\tilde{Z}^1, \tilde{Z}^2, \tilde{Z}^p$ ) است، درخواست می شود نظرشان را به صورت عبارت های کلامی بیان کنند. عناصر تشکیل دهنده این ماتریس نیز اعداد فازی مثلثی است که از رابطه ۲ به دست می آید. پس از آن، برای شکل گیری ماتریس ارتباط مستقیم اولیه، از ماتریس میانگین (ماتریس  $Z$ ) که در رابطه ۳ نشان داده شده است، استفاده می شود.

$$\begin{matrix} C1 & C2 & \dots & Cn \\ \tilde{Z} = \begin{bmatrix} C1 & 0 & \tilde{z}_{12} & \dots & \tilde{z}_{1n} \\ C2 & \tilde{z}_{21} & 0 & \dots & \tilde{z}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Cn & \tilde{z}_{n1} & \tilde{z}_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\tilde{Z} = \frac{\tilde{Z}^1 \oplus \tilde{Z}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{Z}^p}{p} \quad \text{رابطه ۳}$$

**مرحله چهارم - به دست آوردن ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده:** برای نرمال کردن ماتریس به دست آمده، از رابطه ۴ استفاده می کنیم.

$$\tilde{H}_{ij} = \frac{\tilde{Z}_{ij}}{r} = \left( \frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij}) \quad \text{رابطه ۴}$$

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \quad \text{رابطه ۵}$$

**مرحله پنجم - به دست آوردن ماتریس روابط کل:** عنصر  $t_{ij}$  در این ماتریس، تأثیر غیرمستقیم عامل  $i$  را بر مؤلفه  $j$  نشان می دهد. بنابراین ماتریس  $T$  می تواند روابط کل بین زوج عوامل سیستمی را منعکس کند. ماتریس روابط کل فازی از رابطه های ۶ تا ۹ به دست می آید.

$$T = \lim_{k \rightarrow +\infty} (\tilde{H}^1 \oplus \tilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{H}^k) \quad \text{رابطه ۶}$$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت  $\tilde{t}_{ij} = (l_{ij}^t, m_{ij}^t, u_{ij}^t)$  است و از طریق رابطه های زیر محاسبه می شود.

$$[l_{ij}^t] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \quad \text{رابطه ۷}$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \quad \text{رابطه ۸}$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \quad \text{رابطه ۹}$$

در این رابطه‌ها؛ I ماتریس یکه و  $H_l$ ،  $H_m$  و  $H_u$  هر یک ماتریس  $n \times n$  هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازای مثلثی ماتریس H شکل می‌دهد.

**مرحله ششم - به دست آوردن مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس  $\bar{T}$  و تعیین میزان اهمیت شاخص‌ها و رابطه بین معیارها بصورت اعداد فازای و قطعی:** گام بعدی، به دست آوردن مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس روابط کل فازای است. مجموع سطرها و ستون‌ها را با توجه به فرمول‌های ۱۰ و ۱۱ حاصل می‌شود.

$$\bar{D} = (\bar{D}_i)_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{n \times 1} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$\bar{R} = (\bar{R}_i)_{1 \times n} = \left[ \sum_{i=1}^n \tilde{T}_{ij} \right]_{1 \times n} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

که  $\bar{D}$  و  $\bar{R}$  به ترتیب ماتریس  $n \times 1$  و  $1 \times n$  هستند.

پس از آن، میزان اهمیت شاخص‌ها ( $\bar{D}_i + \bar{R}_i$ ) و رابطه بین معیارها ( $\bar{D}_i - \bar{R}_i$ ) مشخص می‌شود. اگر  $\bar{D}_i - \bar{R}_i > 0$  باشد، معیار مربوط به آن اثرگذار (علی) است و اگر  $\bar{D}_i - \bar{R}_i < 0$  باشد، معیار اثرپذیر (معلول) شناخته می‌شود. در گام بعدی، اعداد فازای  $\bar{D}_i + \bar{R}_i$  و  $\bar{D}_i - \bar{R}_i$  به دست آمده از مرحله قبلی را بر اساس فرمول ۱۲ دیفازی می‌کنیم.

$$B = \frac{(a_1 + a_3 + 2 \times a_2)}{4} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

B دیفازی شده عدد  $\bar{A} = (a_1, a_2, a_3)$  است.

**مرحله هفتم - ترسیم نمودار روابط و اهمیت معیارها:** در این مرحله با توجه به داده‌های مرحله قبل، نمودار روابط و اهمیت معیارها رسم می‌شود. این نمودار بیانگر میزان اهمیت، تأثیرگذاری و همچنین تأثیرپذیری بین معیارها است. محور افقی نمودار ( $\bar{D}_i + \bar{R}_i$ ) اهمیت



معیارها را نشان می‌دهد، محور عمودی  $(\bar{D}_i - \bar{R}_i)$  نیز بیانگر تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری معیارها است.

### پیشینه تجربی پژوهش

پژوهش‌های معدودی در زمینه ارزیابی دقیق نیاز سازمان‌ها و انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات ابری انجام گرفته است که از جمله آنها می‌توان به مطالعه این محققان اشاره کرد: گارگ، ورستیگ و بویا (۲۰۱۱)، گودس و مولیک (۲۰۰۹)، کریم، دینگ و میری (۲۰۱۳)، مینزل، شونهر و تای (۲۰۱۱)، ژنگ، ژائو و ژنگ (۲۰۰۹)، لیمام و بوتابا (۲۰۱۰)، سیلاس، راجسینگ و ایزرا (۲۰۱۲)، ساریپالی و پینگالی (۲۰۱۱)، ژائو، رن، لی و ساکورا (۲۰۱۲)، ویترن، کوهلنگامپ و منزل (۲۰۱۲)، مارتنز، توتبرگ و گرولر (۲۰۱۱)، چانگ، لیو و وو (۲۰۱۲)، یی، بوگوتایا و ژائو (۲۰۱۲)، ساندارس واران، اسکویچرینی و لین، (۲۰۱۲)، ژنگ، ژانگ، لیو و وانگ (۲۰۱۳)، هی، هان، ژانگ، گروندی و جین (۲۰۱۲)، جانگ و همکاران (۲۰۱۳)، مارتنز و توتبرگ (۲۰۱۲)، یانگ، لین و دو (۲۰۱۳)، چن، یان، ژائو، لی و سینقال (۲۰۱۲)، کاناگاسابای (۲۰۱۲)، کاستا، کارلوس لورنسو و میرا داسیلوا (۲۰۱۳)، دستجردی، طباطبایی و بویا (۲۰۱۰) و کوئینتن، رومرو و داچین (۲۰۱۴).

در بررسی جامعی که سان و همکارانش (۲۰۱۴) انجام دادند، دیدگاه‌های انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات ابری را در پنج بُعد دسته‌بندی کردند: ۱. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری؛ ۲. استفاده از مدل‌های نمایش اطلاعات؛ ۳. استفاده از پارامترهای خصوصیات خدمات ابری؛ ۴. محتوا و ۵. هدف.

در جست‌وجوی وسیعی که با موضوع پژوهش حاضر در منابع مختلف و معتبر علمی صورت گرفت، می‌توان گفت پژوهش مشابهی با عنوان این مقاله دیده نشد. از میان پژوهش‌های مذکور، پژوهش‌های گارگ و همکاران (۲۰۱۱) و کاستا و همکاران (۲۰۱۳)، به دلیل استفاده از روش‌های چندمعیاره و به‌کارگیری شاخص‌های خدمات ابری، بیشترین سنخیت را با مقاله حاضر داشتند. به‌گفته سان و همکارانش (۲۰۱۴)، یکی از جنبه‌هایی بررسی‌نشده در مطالعات قبلی، به‌کارنبردن پارامترهای کیفی و عبارت‌های فازی است. از سوی دیگر، در هیچ‌یک از مطالعات قبلی، از روش چندمعیاره دیمتل فازی استفاده نشده است.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با توجه به نوع آن و از نظر روش و چگونگی به‌دست‌آوردن داده‌ها، پژوهشی توصیفی، از نوع پیمایشی به‌شمار می‌رود. جامعه پژوهش، تمام دانشگاه‌های بزرگ و وابسته به

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری استان سمنان (دانشگاه شاهرود، دامغان و سمنان) است. از طریق نمونه‌گیری هدفمند، تمام افراد خبره، شامل کارشناسان و مدیران حوزه فناوری اطلاعات انتخاب شدند و نظر آنها از طریق مصاحبه و پرسشنامه روش دیمتل فازی جمع‌آوری شد.

## یافته‌های پژوهش

### مطالعه موردی: دانشگاه‌های استان سمنان

استان سمنان، بزرگ‌ترین استان دانشگاهی ایران به نسبت جمعیت ساکن در استان است. دانشگاه‌های شاهرود، سمنان و دامغان از بزرگ‌ترین دانشگاه‌های این استان هستند؛ از این رو مشتریان بسیار خوبی برای ارائه‌دهندگان خدمات ابری محسوب می‌شوند. حال بر اساس مراحل ذکر شده، به تجزیه و تحلیل مطالعه موردی پرداخته می‌شود.

**مرحله اول:** طی نشست‌هایی با مدیران و کارشناسان، نظر آنها درباره برون‌سپاری فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری، از طریق مصاحبه و پرسشنامه‌ای درباره روش دیمتل فازی (به شکل فازی - کلامی) جمع‌آوری شد.

**مرحله دوم:** در این پژوهش از ۱۵ شاخص اندازه‌گیری خدمات استفاده شده است که جدول ۳ آنها را نمایش می‌دهد.

جدول ۳. پانزده شاخص اندازه‌گیری خدمات

| علامت | عنوان          | تعریف  |
|-------|----------------|--|
| C1    | پذیرش          | استانداردها، فرایندها و سیاست‌هایی که سرویس‌دهنده ابر متعهد به پیروی از آنهاست.  |
| C2    | تجربه قرارداد  | شاخص‌های رضایت و تلاش مشتریان با فرایند عقد موافقت‌نامه‌هایی برای استفاده از سرویس.  |
| C3    | مالکیت         | سطح حقوق مشتری روی داده‌هایش، جواز نرم‌افزار و مالکیت معنوی در ارتباط با سرویس.  |
| C4    | امکان حمل      | توانایی مشتری برای اینکه به آسانی و با کمترین اختلال از سرویس‌دهنده‌ای به سرویس‌دهنده دیگر منتقل شود.                                |
| C5    | مقیاس‌پذیری    | توانایی ارائه‌دهنده خدمات ابری برای افزایش یا کاهش مقدار سرویس به‌منظور پاسخگویی به نیاز مشتری و توافق برای برآورده کردن نیاز مشتری. |
| C6    | قابلیت نگهداری | این قابلیت اشاره دارد به توانایی ارائه‌دهنده خدمات ابری به ایجاد تغییر در خدمات برای حفظ خدمات در وضعیت مطلوب.                       |

ادامه جدول ۳

| علامت | عنوان                   | تعریف   |
|-------|-------------------------|---|
| C۷    | قابلیت بازیابی          | درجه‌ای که هر سرویس می‌تواند به سرعت از سر گرفته شود و پس از قطعی ناخواسته، به حالت نرمال عملیاتی برگردد.   |
| C۸    | هزینه                   | هزینه مشتری برای مصرف هر سرویس در طول زمان که شامل هزینه‌های انتقال خدمات همراه با هزینه‌های دوره‌ای (برای مثال هزینه‌های دسترسی ماهانه) و هزینه‌های مبتنی بر میزان استفاده می‌شود. |
| C۹    | تناسب                   | میزان نزدیکی قابلیت‌های سرویس پیشنهادی با نیازهای واقعی مشتری.  |
| C۱۰   | قابلیت همکاری           | توانایی سرویس برای ارتباط آسان با سایر سرویس‌ها (از ارائه‌دهنده خدمات ابری به ارائه‌دهنده دیگر).  |
| C۱۱   | مدت زمان پاسخگویی سرویس | شاخص زمانی مشخصی بین زمانی که سرویس درخواست شده است تا هنگامی که پاسخ در دسترس است.   |
| C۱۲   | امنیت فیزیکی و محیطی    | سیاست‌ها و فرایندهای استفاده‌شده ارائه‌دهنده خدمات ابری برای حفاظت از امکانات ارائه‌دهنده از دسترسی غیرمجاز فیزیکی، آسیب یا تداخل.  |
| C۱۳   | مدیریت امنیت            | قابلیت‌های ارائه‌دهنده خدمات ابری برای اطمینان از برنامه‌ها، داده‌ها و زیرساخت‌های امنیتی بر اساس نیازهای امنیتی مشتری.   |
| C۱۴   | قابلیت یادگیری          | تلاشی که کاربران برای یادگیری نحوه استفاده از سرویس نیاز دارند.   |
| C۱۵   | عملیاتی بودن            | قابلیت سرویس برای سهولت عملیاتی بودن توسط کاربران.  |

همچنین به منظور مقایسه معیارها با یکدیگر، از پنج عبارت کلامی استفاده شده است که عبارت‌ها و مقدارهای فازی معادلشان در جدول ۲ به نمایش درآمده است.

**مرحله سوم:** در این مرحله، نظر خبرگان در قالب جدول ۴ جمع‌آوری شده است.

جدول ۴. نظر خبرگان

|     | C۱ | C۲ | C۳ | C۴ | C۵ | C۶ | C۷ | C۸ | C۹ | C۱۰ | C۱۱ | C۱۲ | C۱۳ | C۱۴ | C۱۵ |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C۱  | X  | H  | L  | VL | NO | L  | VL | H  | VH | NO  | VL  | L   | H   | H   | VL  |
| C۲  |    | X  | H  | L  | VL | NO | L  | VL | H  | VH  | NO  | VL  | L   | H   | H   |
| C۳  |    |    | X  | H  | L  | VL | NO | L  | VL | H   | VH  | NO  | VL  | L   | H   |
| C۴  |    |    |    | X  | H  | L  | VL | NO | L  | VL  | H   | VH  | NO  | VL  | L   |
| C۵  |    |    |    |    | X  | H  | L  | VL | NO | L   | VL  | H   | VH  | NO  | VL  |
| C۶  |    |    |    |    |    | X  | H  | L  | VL | NO  | L   | VL  | H   | VH  | NO  |
| C۷  |    |    |    |    |    |    | X  | H  | L  | VL  | NO  | L   | VL  | H   | VH  |
| C۸  |    |    |    |    |    |    |    | X  | H  | L   | VL  | NO  | L   | VL  | H   |
| C۹  |    |    |    |    |    |    |    |    | X  | H   | L   | VL  | NO  | L   | VL  |
| C۱۰ |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X   | H   | L   | VL  | NO  | L   |
| C۱۱ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | X   | H   | L   | VL  | NO  |
| C۱۲ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     | X   | H   | L   | VL  |
| C۱۳ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | X   | H   | VL  |
| C۱۴ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | X   | H   |
| C۱۵ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     | X   |

(بی‌معنا = X)

جدول ۵، مقایسه زوجی هر خبره را نشان می‌دهد. این جدول، هر خانه از جدول ۴ را به عدد فازی مثلثی معادل آن تبدیل کرده است. در این ماتریس‌ها،  $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$  اعداد فازی مثلثی‌اند و  $\tilde{x}_{ii} = (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  به صورت عدد فازی  $(0, 0, 0)$  در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵. مقایسه‌های زوجی معیارها توسط خبرگان - ماتریس مقایسه زوجی هر خبره

|     | C1         | C2         | C3         | C4         | C5         | C6         | C7         | C8         | C9         | C10        | C11        | C12        | C13        | C14        | C15        |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| C1  | (۰/۰، ۰/۰) | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) |
| ⋮   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| C15 | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) |

با توجه به تفاوت نظر کارشناسان، باید از میانگین حسابی (رابطه ۳) به‌منزله نظر گروهی استفاده شود (جدول ۶).

جدول ۶. میانگین نظر تمام خبرگان

|     | C1         | C2         | C3         | C4         | C5         | C6         | C7         | C8         | C9         | C10        | C11        | C12        | C13        | C14        | C15        |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| C1  | (۰/۰، ۰/۰) | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) |
| ⋮   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| C15 | (۰/۵، ۰/۵) | (۰/۳، ۰/۷) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) | (۰/۱، ۰/۹) |

مرحله چهارم: جدول ۷، ماتریس نرمال‌شده جدول ۶ است که از رابطه‌های ۴ و ۵ برای این تبدیل استفاده می‌شود.

جدول ۷. ماتریس نرمال شده

|                 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> | C <sub>7</sub> | C <sub>8</sub> | C <sub>9</sub> | C <sub>10</sub> | C <sub>11</sub> | C <sub>12</sub> | C <sub>13</sub> | C <sub>14</sub> | C <sub>15</sub> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| C <sub>1</sub>  | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۵/۰۳/۰۰/۰)    | (۸/۰۵/۰۰/۰)    | (۸/۰۵/۰۰/۰)    | (۸/۰۵/۰۰/۰)    | (۸/۰۵/۰۰/۰)    | (۸/۰۵/۰۰/۰)    | (۵/۰۳/۰۰/۰)    | (۸/۰۵/۰۰/۰)    | (۵/۰۳/۰۰/۰)     | (۵/۰۳/۰۰/۰)     | (۸/۰۵/۰۰/۰)     | (۸/۰۵/۰۰/۰)     | (۸/۰۵/۰۰/۰)     | (۸/۰۵/۰۰/۰)     |
| ⋮               |                |                |                |                |                |                | ⋮              |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| C <sub>15</sub> | (۷۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۷۰/۰۸/۰۰/۰)   | (۵۰/۰۳/۰۰/۰)   | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۷۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۷۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)   | (۵۰/۰۳/۰۰/۰)    | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)    | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)    | (۸۰/۰۵/۰۰/۰)    | (۷۰/۰۵/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)     |

مرحله پنجم: بعد از محاسبه ماتریس‌های یادشده، ماتریس روابط کل فازی با توجه به رابطه‌های ۶ تا ۹ به دست می‌آید. جدول ۸ ماتریس روابط کل را نمایش می‌دهد.

جدول ۸. ماتریس روابط کل

|                 | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> | C <sub>7</sub> | C <sub>8</sub> | C <sub>9</sub> | C <sub>10</sub> | C <sub>11</sub> | C <sub>12</sub> | C <sub>13</sub> | C <sub>14</sub> | C <sub>15</sub> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| C <sub>1</sub>  | (۱۶/۰۶/۰۰/۰)   | (۳۶/۰۵/۰۰/۰)   | (۵۶/۰۴/۰۰/۰)   | (۵۶/۰۳/۰۰/۰)   | (۳۶/۰۵/۰۰/۰)   | (۳۶/۰۵/۰۰/۰)   | (۳۶/۰۵/۰۰/۰)   | (۳۶/۰۵/۰۰/۰)   | (۵۶/۰۳/۰۰/۰)   | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۵۶/۰۳/۰۰/۰)    |
| ⋮               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| C <sub>15</sub> | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۳۶/۰۵/۰۰/۰)   | (۵۶/۰۳/۰۰/۰)   | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)    | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     | (۰/۰۰/۰۰/۰)     |

مرحله ششم: مجموع سطرها و ستون‌ها با توجه به رابطه‌های ۱۰ و ۱۱ به دست می‌آید. جدول ۹، میزان اهمیت شاخص‌ها ( $\bar{D}_i + \bar{R}_i$ ) و رابطه بین معیارها ( $\bar{D}_i - \bar{R}_i$ ) را به صورت اعداد فازی نشان می‌دهد.

جدول ۹. اهمیت و تأثیرگذاری معیارها (اعداد فازی)

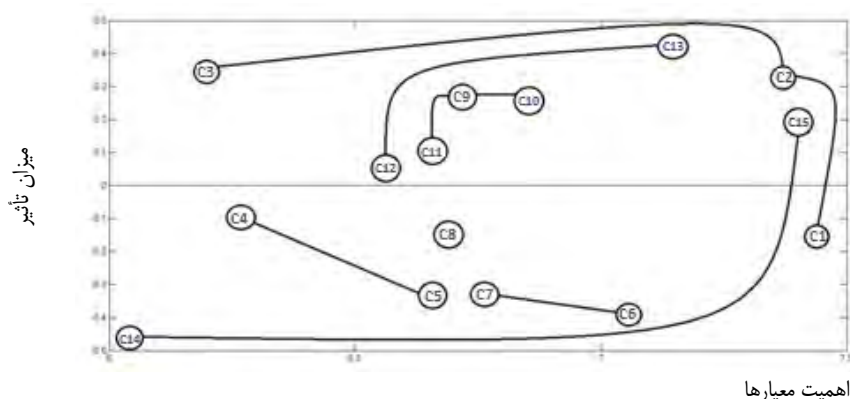
| شاخص (معیار)    | $\bar{D}_i + \bar{R}_i$ | $\bar{D}_i - \bar{R}_i$ |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| C <sub>1</sub>  | (۱/۷۴, ۴/۶۸, ۱۸/۷۱)     | (-۸/۶۶, -۰/۱۲, ۸/۳۱)    |
| C <sub>2</sub>  | (۱/۶۸, ۴/۵۹, ۱۸/۶۳)     | (-۸/۱۰, -۰/۲۵, ۸/۸۵)    |
| C <sub>3</sub>  | (۱/۲۶, ۳/۶۸, ۱۶/۲۱)     | (-۷/۰۴, -۰/۲۴, ۷/۹۲)    |
| C <sub>4</sub>  | (۱/۳۰, ۳/۷۵, ۱۶/۳۲)     | (-۷/۵۹, -۰/۱۰, ۷/۴۲)    |
| C <sub>5</sub>  | (۱/۴۳, ۴/۰۴, ۱۷/۱۶)     | (-۸/۲۵, -۰/۲۸, ۷/۴۷)    |
| C <sub>6</sub>  | (۱/۶۱, ۴/۳۷, ۱۷/۹۱)     | (-۸/۶۴, -۰/۲۹, ۷/۶۶)    |
| C <sub>7</sub>  | (۱/۴۶, ۴/۱۱, ۱۷/۳۱)     | (-۸/۳۰, -۰/۳۱, ۷/۵۶)    |
| C <sub>8</sub>  | (۱/۴۷, ۴/۱۰, ۱۷/۰۷)     | (-۸/۰۴, -۰/۰۹, ۷/۵۶)    |
| C <sub>9</sub>  | (۱/۵۰, ۴/۱۲, ۱۷/۱۹)     | (-۷/۴۶, -۰/۱۶, ۸/۲۳)    |
| C <sub>10</sub> | (۱/۵۶, ۴/۲۹, ۱۷/۳۶)     | (-۷/۶۵, -۰/۲۸, ۸/۱۵)    |
| C <sub>11</sub> | (۱/۴۶, ۴/۰۶, ۱۷/۰۸)     | (-۷/۷۱, -۰/۰۹, ۷/۹۱)    |
| C <sub>12</sub> | (۱/۴۵, ۴/۰۱, ۱۶/۸۵)     | (-۷/۶۵, -۰/۰۴, ۷/۷۶)    |
| C <sub>13</sub> | (۱/۶۶, ۴/۴۷, ۱۸/۰۴)     | (-۷/۶۹, -۰/۳۶, ۸/۶۹)    |
| C <sub>14</sub> | (۱/۲۳, ۳/۵۵, ۱۵/۸۴)     | (-۷/۸۸, -۰/۳۸, ۶/۷۲)    |
| C <sub>15</sub> | (۱/۷۳, ۴/۶۵, ۱۸/۶۶)     | (-۸/۲۳, -۰/۱۵, ۸/۷۰)    |

باید اعداد فازی  $\bar{D}_i + \bar{R}_i$  و  $\bar{D}_i - \bar{R}_i$  بر اساس رابطه ۱۲ دیفازی شوند. جدول ۱۰ اعداد دیفازی شده جدول ۹ را نشان می دهد.

جدول ۱۰. اهمیت و تأثیرگذاری معیارها (اعداد قطعی)

| معیار                           | ۱     | ۲     | ۳     | ۴     | ۵     | ۶     | ۷     | ۸     | ۹     | ۱۰    | ۱۱    | ۱۲    | ۱۳    | ۱۴    | ۱۵    |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $(\bar{D}_i + \bar{R}_i)^{def}$ | ۷/۴۵  | ۷/۳۷  | ۶/۲۱  | ۶/۲۸  | ۶/۶۶۷ | ۷/۰۷  | ۷/۰۷  | ۶/۶۹  | ۶/۷۳  | ۶/۸۷  | ۶/۶۶۵ | ۶/۵۸  | ۷/۱۶  | ۶/۰۴  | ۷/۴۲  |
| $(\bar{D}_i - \bar{R}_i)^{def}$ | -۰/۱۵ | -۰/۳۱ | -۰/۳۴ | -۰/۰۹ | -۰/۳۳ | -۰/۳۹ | -۰/۳۴ | -۰/۱۶ | -۰/۲۷ | -۰/۲۶ | -۰/۱۰ | -۰/۰۵ | -۰/۳۳ | -۰/۴۸ | -۰/۱۹ |

مرحله هفتم: شکل ۲، میزان اهمیت و اثرگذاری - اثرپذیری بین معیارها را نشان می دهد.



شکل ۲. نمودار روابط و اهمیت معیارها

### تحلیل نتایج پژوهش

سؤال اول پژوهش در صدد یافتن عوامل مؤثر بر برون‌سپاری فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری بود. با توجه به مطالعات انجام‌گرفته، مشخص شد کنسرسیوم طرح اندازه‌گیری خدمات ابری، معیارهایی را با نام شاخص‌های اندازه‌گیری خدمات در سال ۲۰۱۱ توسعه داده است. این شاخص‌ها، برای کمک به سازمان‌ها طراحی شدند تا روشی استاندارد برای اندازه‌گیری خدمات کسب‌وکار ابری بر مبنای نوع خاص کسب‌وکار و نیازمندی‌های آن به‌دست آید. هم‌اکنون نیز این کنسرسیوم در حال توسعه شاخص‌های خدمات ابری است (اس. ام. آی، ۲۰۱۴). سؤال دوم پژوهش، به چگونگی اولویت‌بندی این عوامل با روش چندمعیاره دیمتل فازی می‌پردازد. همان‌طور که در دیاگرام روابط و اهمیت معیارها (شکل ۲) مشاهده می‌شود، مهم‌ترین معیارها به‌ترتیب عبارت‌اند از: ۱. پذیرش، ۲. عملیاتی‌بودن، ۳. تجربه قرارداد، ۴. مدیریت امنیت. دو معیار پذیرش و تجربه قرارداد با رتبه‌های ۱ و ۳ در گروه «مسئولیت‌پذیری» قرار دارند. بنابراین می‌توان این گروه را از بین هفت گروه اصلی، مهم‌ترین گروه نامید. همچنین اثرگذارترین و اثرپذیرترین معیارها را می‌توان به‌ترتیب زیر دسته‌بندی کرد:

معیارهای اثرگذار (علی): ۱. مدیریت امنیت، ۲. مالکیت، ۳. تجربه قرارداد.

معیارهای اثرپذیر (معلول): ۱. قابلیت یادگیری، ۲. قابلیت نگهداری، ۳. قابلیت بازیابی.

معیارهای گروه «امنیت و حریم خصوصی» (معیارهای مدیریت امنیت و امنیت فیزیکی و محیطی) و گروه «کارایی» (معیارهای تناسب، مدت زمان پاسخگویی و قابلیت همکاری) و همچنین دوسوم معیارهای گروه «مسئولیت‌پذیری» (معیارهای مالکیت و تجربه قرارداد)، در دسته معیارهای اثرگذار یا علی جای می‌گیرند. معیارهای گروه «ضمانت/اطمینان» (قابلیت

نگهداری و قابلیت بازیابی)، «چابکی» (امکان حمل و مقیاس پذیری) و «مالی» (هزینه)، در گروه‌ها و معیارهای اثرپذیر یا معلول قرار می‌گیرند.

در مطالعات پیشین، معیارهای ثابتی به تشخیص محقق انتخاب می‌شد و با تجزیه و تحلیل فنی یا دریافت نظر تصمیم‌گیرندگان (از طریق پرسشنامه)، به کمک روش‌های چندمعیاره یا سایر روش‌ها، به رتبه‌بندی ارائه‌دهندگان خدمات ابری اقدام می‌شد؛ اما در این پژوهش، پس از استانداردسازی نظرهای کلامی - فازی تصمیم‌گیرندگان به کمک شاخص‌های اندازه‌گیری خدمات با بهره‌مندی از روش دیمتل فازی، به اولویت‌بندی آنها پرداخته شد و معیارهای علی و معلولی نیز به تفکیک مشخص شد. بنابراین به دلیل تفاوت دیدگاه بین این پژوهش و پژوهش‌های پیشین، یافته‌های مشابهی را نمی‌توان در مطالعات قبلی مشاهده کرد. از سوی دیگر، تفاوت تجزیه و تحلیل در روش‌های مختلف، برای مثال در روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، مکبث و دیمتل فازی، الزاماً تفسیرها و نتایج یکسان و مشابهی به دست نمی‌دهد. در پژوهش گارگ و همکاران (گارگ، ورستیگ و بویا، ۲۰۱۱)، به رتبه‌بندی سه ارائه‌دهنده خدمات ابری، یعنی آمازون ای. سی. ۲، مایکروسافت آزور و راک اسپیس از طریق شش شاخص اصلی و نه زیرمعیار اس. ام. آی. پرداخته شد که نتیجه اولویت‌بندی بدین شرح به دست آمد: مایکروسافت آزور > آمازون ای. سی. ۲ > راک اسپیس.

در مقاله کاستا و همکاران (کاستا، کارلوس لورنسو و میرا داسیلوا، ۲۰۱۳)، محقق به دنبال چارچوبی برای مهاجرت نرم‌افزارهای ایمیل و آفیس شورای شهر یکی از شهرهای پرتغال به گوگل آپس یا آفیس ۳۶۵ بود. در این پژوهش، به کمک ۱۹ معیار اس. ام. آی، نظر تصمیم‌گیرندگان درباره جذابیت هر دو ارائه‌دهنده از طریق دسته‌بندی معنایی روش مکبث جمع‌آوری شد و پس از آن با استفاده از ام. مکبث به مقیاس ارزش‌های عددی تبدیل شد. نتایج پژوهش گوگل آپس را با امتیاز ۱۰۲/۰۸ در مقام اول نشان داد و آفیس ۳۶۵ با امتیاز ۸۱/۲۱ در مکان دوم جای گرفت. همچنین این نتایج نشان داد از دید تصمیم‌گیرندگان، گوگل آپس گزینه‌های جذاب‌تری نسبت به آفیس ۳۶۵ دارد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در حال حاضر شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات رایانش ابری روزبه‌روز در حال افزایش است و خدمات گوناگون با کیفیت‌های متفاوتی را نیز ارائه می‌کنند. یکی از اساسی‌ترین چالش‌های سازمان‌ها در مواجهه با برون‌سپاری فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری، یافتن نیازهای واقعی سازمان‌ها برای انجام هرچه بهتر این امر است. بر اساس نتایج این پژوهش، معیارهای پذیرش،



عملیاتی‌بودن و تجربه قرارداد، از بیشترین اهمیت برخوردارند و مدیریت امنیت، مالکیت و تجربه قرارداد، اثرگذارترین شاخص‌ها هستند. تأثیرپذیرترین شاخص‌ها نیز قابلیت یادگیری، قابلیت نگهداری و قابلیت بازبازی به‌دست آمد. برمبنای یافته‌های این پژوهش، درنظر داشتن مهم‌ترین شاخص‌های ذکرشده در این نوع از برون‌سپاری، می‌تواند به موفقیت این مهم بینجامد. براساس نتایج به‌دست آمده، پیشنهاد می‌شود مدیران فناوری اطلاعات و به‌طور خاص، مدیران و کارشناسان دانشگاه‌های استان سمنان، برای برون‌سپاری فناوری اطلاعات در بستر رایانش ابری، در مرتبه اول، استانداردها، فرایندها و سیاست‌هایی را که سرویس‌دهنده ابر متعهد به پیروی از آنهاست، مد نظر قرار دهند. دوم، به میزان سهولت عملیاتی‌بودن سرویس توسط کاربران، پرداخته شود و شاخص‌های رضایت و تلاش مشتریان با فرایند عقد موافقت‌نامه‌هایی برای استفاده از سرویس، در مرتبه سوم اقدام قرار گیرد. از آنجا که شاخص مدیریت امنیت، در این پژوهش جایگاه چهارم را به خود اختصاص داده است، قابلیت‌های ارائه‌دهنده خدمات ابری برای اطمینان از برنامه‌ها، داده‌ها و زیرساخت‌های امنیتی بر اساس نیازهای امنیتی مشتری، باید از مهم‌ترین دغدغه‌های این مدیران باشد.

## References

- Agha Ebrahimi Samani, B., Makooii, A., Sadr Lahiji, M. & Homayon, V. (2008), Assessment challenges of Iranian companies in oil and gas projects by DEMATEL Technique. *Sharif Science and Research Journal*. 24(45): 121-129.
- Böhm, M., Leimeister, S., Riedl, C. & Krcmar, H. (2011). Cloud computing–outsourcing 2.0 or a new business model for IT provisioning? In Keuper, F. Oecking, C. & Degenhardt, A. (eds.) *Application Management*, Springer Gabler, Wiesbaden, Germany. 31-56.
- Chang, C.W., Liu, P. & Wu, J.J. (2012). Probability-based Cloud storage providers selection algorithms with maximum availability. In: *Proceedings of the international conference on parallel processing (ICPP)*. 10-13 September. Pittsburgh, PA.
- 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. In: *Proceedings of the IEEE 5th international conference on Cloud computing (CLOUD)*. June 24-29, Honolulu, HI.
- Costa, P., Carlos Lourenço, J. & Mira da Silva, M. (2013). Evaluating Cloud Services Using a Multiple Criteria Decision Analysis Approach. in Basu, S. Pautasso, C. Zhang, L. Fu, X. (eds.) *Service-Oriented Computing*, Springer, Berlin Heidelberg: 456-464.

- Dastjerdi, A.V., Tabatabaei, S.G.H. & Buyya, R. (2010). An effective architecture for automated appliance management system applying ontology-based Cloud discovery. In: *Proceedings of the 10th IEEE/ACM international conference on cluster, Cloud and grid computing (CCGrid)*. May 17-20, Melbourne, Australia.
- Garfinkel, S. (2011). *The Cloud Imperative*. Retrieved from <http://www.technologyreview.com/news/425623/the-Cloud-imperative>.
- Garg, S.K., Versteeg, S. & Buyya, R. (2011). SMICloud: A Framework for Comparing and Ranking Cloud Services. *Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing*. December 5-7, Melbourne, Australia.
- Godse, M. & Mulik, S. (2009). An approach for selecting software-as-a-service (SaaS) product. In: *Proceedings of the IEEE international conference on Cloud computing (CLOUD)*. September 21-25, Bangalore.
- He, Q., Han, J., Yang, Y., Grundy, J. & Jin, H. (2012). QoS-driven service selection for multi-tenant SaaS. In: *Proceedings of the IEEE 5th international conference on Cloud computing (CLOUD)*. June 24-29, Honolulu, HI.
- Hormozi, A., Hostetler, E. & Middleton, C. (2003). Outsourcing Information Technology: Assessing Your Options. *SAM Advanced Management Journal*, 68 (4): 18-23.
- Hsieh, T.Y., Lu, S.T. & Tzeng, G.H. (2004). Fuzzy MCDM approach for planning and design tenders selection in public office buildings. *International Journal of Project Management*, 22(7): 573-584.
- Hussey, D. & Jenster, P. (2003). Outsourcing: the supplier viewpoint. *Strategic Change*, 12 (1): 7-20.
- Jenster, P. V. & Pedersen, H. S. (2000). Outsourcing-facts and fiction. *Strategic Change*, 9 (3): 147-154.
- Jung, G., Mukherjee, T., Kunde, S., Kim, H., Sharma, N. & Goetz, F. (2013). Cloud Advisor :a recommendation-as-a-service platform for Cloud configuration and pricing. In: *Proceedings of the IEEE ninth world congress on service (SERVICES)*. Santa Clara, CA.
- Kanagasabai, R. (2012). OWL-S based semantic Cloud service broker. In: *Proceedings of the IEEE 19th international conference on web services (ICWS)*. June 24-29, Honolulu, HI.
- Karim, R., Ding, C. & Miri, A. (2013). An end-to-end QoS mapping approach for Cloud service selection. In: *Proceedings of the IEEE 9th world congress on services (SERVICES)*. June 27-July 2, Santa Clara Marriott, CA.
- Klepper, R. & Jones, W.O. (1998). *Outsourcing information technology systems and services*. Prentice-Hall, Englewood cliffs, NJ.

- Lacity, M. C., Khan, S. A. & Willcocks, L. P. (2009). A review of the IT outsourcing literature: Insights for practice. *Journal of Strategic Information Systems*, 18 (3): 130–146.
- Limam, N. & Boutaba, R. (2010). Assessing software service quality and trustworthiness at selection time. *IEEE Transactions Software Engineering*. 36 (4): 559–74.
- Martens, B. & Teuteberg, F. (2012). Decision-making in Cloud computing environments: a cost and risk based approach. *Journal of Strategic Information Systems*, 14 (4): 871–93.
- Martens, B., Teuteberg, F. & Gräuler, M. (2011). *Design and implementation of a community platform for the evaluation and selection of Cloud computing services: a market analysis*. In: ECIS2011 proceedings.
- Mell, P. & Grance, T. (2009). *The NIST Definition of Cloud Computing*. Retrieved 23 November, 2014, from <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.
- 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.
- Pfannenstien, L.L. & Tsai, R. J. (2004). Offshore outsourcing: Current and future effects on American IT industry. *ISM Journal*, 21 (4): 72-80.
- Quinton, C., Romero, D. & Duchien, L. (2014). Automated selection and configuration of Cloud environments using software product lines principles. In: *Proceedings of the 7th IEEE international conference on Cloud computing (CLOUD)*. June 27-July 2, Alaska.
- Saripalli, P. & Pingali, G. (2011). MADMAC: multiple attribute decision methodology for adoption of Clouds. In: *Proceedings of the IEEE international conference on Cloud computing (CLOUD)*. July 4-9, Washington, DC.
- Siegel, J. & Perdue, J. (2012). Cloud Services Measurement Global Use: The Service Measurement Index (SMI). Proceeding of the *SRII Global Conference (SRII), 2012 Annual*, 24-27 July, San Jose, CA, USA, 411-415.
- Silas, S., Rajsingh, EB. & Ezra, K. (2012). Efficient service selection middleware using ELECTRE methodology for Cloud environments. *Information Technology Journal*, 11(7): 868–75.
- SMI. (2011, September 1). Retrieved from [http://csmic.org/wp-content/uploads/2011/09/SMI-Overview-110913\\_v1F1.pdf](http://csmic.org/wp-content/uploads/2011/09/SMI-Overview-110913_v1F1.pdf).
- SMI. (2014). Retrieved from [http://csmic.org/wp-content/uploads/2014/01/SMI-Overview\\_140113.pdf](http://csmic.org/wp-content/uploads/2014/01/SMI-Overview_140113.pdf).

- Sun, L., Dong, H., Khadeer Hussain, F., Khadeer Hussain, O., Chang, E. (2014). Cloud service selection: State-of-the-art and future research directions. *Journal of Network and Computer Application*, 45: 134-150.
- Sundareswaran, S., Squicciarini, A. & Lin, D. (2012). A brokerage-based approach for Cloud service selection. In: *Proceedings of the IEEE 5th international conference on Cloud computing (CLOUD)*. Honolulu, HI.
- Tsaur, S.H., Chang, T.Y. & Yen, C.H. (2002). The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. *Tourism Management*, 23(2): 107-115.
- Wittern, E., Kuhlenkamp, J. & Menzel, M. (2012). Cloud service selection based on variability modeling. In: *Proceedings of the 10th international conference on service- oriented computing (ICSOC)*, November 12-15, Shanghai, China.
- 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.
- Ye, Z., Bouguettaya, A. & Zhou, X. (2012). QoS-aware Cloud service composition based on economic models. In: *Proceedings of the 10th international conference on service- oriented computing (ICSOC)*, November 12-15, Shanghai, China.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8: 338-353.
- Zeng, W., Zhao, Y. & Zeng, J. (2009). Cloud service and service selection algorithm research. In: *Proceedings of the first ACM/SIGEVO summit on genetic and evolutionary computation (ACMSIGEVO)*. Shanghai, China.
- Zhao, L., Ren, Y., Li, M. & Sakurai, K. (2012). Flexible service selection with user-specific QoS support in service-oriented architecture. *Journal of Network and Computer Applications*, 35 (3): 962-973.
- Zheng, Z., Wu, X., Zhang, Y., Lyu, M. & Wang, J. (2013). QoS ranking prediction for Cloud services. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS)*, 24(99): 1213-1222.