فصلنامه علمی - ترویجی
سیاست‌نامه علم و فناوری
دورهٔ ۷ شمارهٔ ۲ تابستان ۱۳۹۶

روش مبتنی بر دماتل برای گذار امن مؤسسات تجاری به رایانش ابری

رسول بهره‌مند[۱]
سعید کاظم‌پوریان[۲]

چکیده

مؤسسات تجاری برای حفظ بقای خود همواره باید از مدرن‌ترین فناوری‌ها استفاده کنند. با پیشرفت سریع فناوری‌های پردازشی و ذخیره‌سازی و همچنین اینترنت، مدل محاسباتی جدیدی به نام رایانش ابری بروز کرده است. با این‌حال، در ایران اغلب شرکت‌های تجاری و فناوری اطلاعات، در فضای فناوری سنتی فعالیت می‌کنند. اخیراً شرکت‌ها کسب اطلاعات و به‌کارگیری افراد متخصص در این زمینه را شروع کرده‌اند. استفاده از ابر، با وجود مزایای بسیار، مخاطرات متعددی نیز دارد و مؤسسات باید، قبل از مهاجرت به محیط ابری، آن‌ها را بشناسند. عوامل زیادی در انطباق شرکت‌ها و استفادهٔ آن‌ها از ابر تأثیر می‌گذارند. شناسایی این عوامل برای شناخت بهتر رایانش ابری و تصمیم‌گیری دربارهٔ پذیرش یا عدم پذیرش آن الزامی است. برای شناخت و سنجش اثر این عوامل بر رایانش ابری، به یک مدل پذیرش فناوری نیاز داریم. در این پژوهش، با توجه به مطالعات صورت‌گرفته دربارهٔ انطباق شرکت‌ها با ابر و همچنین مصاحبه با کارشناسان و افراد خبره که غالباً از ارائه‌کنندگان خدمات ابر و اعضای شرکت‌های ارائه‌کنندهٔ خدمات فناوری اطلاعات هستند، سعی شده است این عوامل شناسایی شوند، و با استفاده از مدل پذیرش فناوری، نهایتاً مدلی نوین و مناسب برای انطباق با رایانش ابری با استفاده از روش TAM تغییریافته ارائه گردد. در این مدل، روابط بین عوامل به‌گونه‌ای بررسی‌شده است که تأثیر هریک در دیگری، به‌خوبی قابل تشخیص است.

واژگان کلیدی: انطباق،[۳] دماتل،[۴] رایانش ابری،[۵] مدل پذیرش فناوری.[۶]

مقدمه

پژوهش‌های سال‌های اخیر نشان می‌دهند که پذیرش نوآوری‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، به‌طور مستمر در حال گسترش است و یکی از علت‌های آن، توسعهٔ مستمر فناوری‌های جدید است. رایانش ابری، که یکی از فناوری‌های حوزهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات است، تقریباً همهٔ ابعاد تجارت را در جهان در برگرفته است. رایانش ابری همچنین در کشورهای درحالِ‌توسعه و جهان‌سومی، مدل تجاری جدیدی محسوب می‌شود و این حاکی از آن است که همهٔ کشورهایی که می‌خواهند به روند روبهٔ رشد و توسعهٔ سریع دست پیدا کنند، باید از رایانش ابری به‌خوبی استقبال کنند (Terence, 2015). در سال‌های اخیر،

---

۱. کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات- امنیت اطلاعات، دانشگاه شاهد.
۲. کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات- امنیت اطلاعات، دانشگاه شاهد (نویسندهٔ مسئول)؛ saeed.kazem.313@gmail.com

3. Adoption
4. DEMATEL
5. Cloud Computing
6. Technology Acceptance Model

استقبال سازمان‌ها و شرکت‌های خصوصی در سراسر دنیا از این فناوری بی‌نظیر بوده است. دربارهٔ پذیرش رایانش ابری بحث‌های زیادی شده است و این باعث شده است سازمان‌ها و صنعت به رایانش ابری گرایش پیدا کنند. آمار و تحقیقات نشان می‌دهد که تبدیل‌شدن ابر به جریان اصلی به زمان نیاز دارد. به‌طورکلی می‌توان گفت که روند رشد صنعت فناوری اطلاعات به‌وسیلهٔ رایانش ابری تحریک شده است. زیرا رایانش ابری رفته‌رفته روابط بین شرکت‌های کوچک و بزرگ و سپس مؤسسات دولتی را می‌یابد و آن‌ها را کنترل می‌کند (Terence, 2015). علت این امر هم این است که چون رایانش ابری برای شرکت‌ها، از جنبهٔ درآمدزایی و ویژگی‌هایی که ارائه کرده است، با فناوری‌های قبلی قابل‌مقایسه نیست، استقبال از آن با دیگر فناوری‌ها فرق دارد. از این‌رو سازمان‌ها بیشتر اطلاعات خود را وارد محیط ابر می‌کنند و به همین علت است که ناخواسته اختیارات زیادی از آن‌ها سلب می‌شود و در اختیار ارائه‌کنندگان ابر قرار می‌گیرد. رایانش ابری در بررسی مشکلات هزینه، کارایی، انعطاف‌پذیری و مقیاس‌پذیری به شرکت‌ها و مؤسسات دولتی کمک می‌کند، ولی هم‌زمان با این کمک‌ها مسائل زیادی را نیز ایجاد می‌کند.

در این پژوهش، براساس تحقیقات گذشته، مصاحبه با مشاوران و کارشناسان امنیت در شرکتها و افراد دارای تجربهٔ مطالعاتی و عملیاتی در حوزهٔ انطباق و پیاده‌سازی رایانش ابری و نیز استفاده از پرسشنامهٔ آنلاین و حضوری، سعی شده است پژوهش‌های گذشته تکمیل شود. همچنین با استفاده از چارچوب دماتل تغییریافته و مدل TAM تغییریافته و بررسی عوامل مؤثر در انتخاب و استفاده از رایانش ابری، راهکاری برای گذار امن مؤسسات تجاری به رایانش ابری طراحی شده است.

۱. مرور ادبیات

در پژوهشی در سال ۲۰۱۳ عواملی که بر سازمان‌های تجاری کوچک و متوسط، در هنگام انطباق با رایانش ابری، اثرگذارند، بررسی شده‌اند. ابتدا موضوعاتی چون کاهش هزینه‌های زیرساخت فناوری اطلاعات و همچنین هزینهٔ پشتیبانی، بهبود ارتباطات، مقیاس‌پذیری و بقای تجارت، در حکمِ عوامل محرک، و موضوعاتی چون کمبود دانش، ارتباطات ضعیف اینترنت، بی‌اعتمادی و قابلیت تعمیم و همکاری با سیستم موجود، در حکمِ مهم‌ترین مخاطرات یا موانع، در نظر گرفته شده‌اند. برای بررسی این عوامل، از مدل TOE استفاده شده است و در پایان، با استفاده از نظر افراد خبره، مهم‌ترین عوامل رتبه‌بندی شده‌اند (Omotunde and Awodele, 2013). همچنین در این پژوهش، انطباق موفقیت‌آمیز سیستم مدیریت اطلاعات در سازمان‌ها، به‌منظور افزایش کارایی، بررسی شده است. در این بررسی، عوامل اثرگذار در سه حوزهٔ فنی و سازمانی و کارکنان بررسی شده‌اند که حوزهٔ فنی شامل کیفیت سیستم و اطلاعات است و حوزهٔ سازمانی به مسائل مدیریتی و حوزهٔ کارکنان به آزمودن کاربران و ... مربوط است. در پایان مدلی مفهومی با توجه به این سه حوزه طراحی شده است که میتواند اثر هریک را در درک سودمندی و رضایت‌مندی کاربران نشان دهد (Omotunde and Awodele, 2013).

در پژوهشی در سال ۲۰۱۲، برای انطباق با رایانش ابری مدل TAM انتخاب شده است و تأثیر عوامل خارجی خصوصی‌سازی، پویایی و تعامل در مراکز علمی بررسی شده است. در این پژوهش، مدلی مفهومی طراحی شده است که اثر این سه عامل را در درکِ سودمندی و درکِ راحتیِ استفاده نشان می‌دهد (Archana, 2012). همچنین در همان سال عوامل اثرگذار بر انطباق با رایانش ابری برای موارد تجاری در بخش‌های عمومی بررسی شده است. در این پژوهش، سرعت کُند پذیرش رایانش ابری در بخش‌های عمومی بررسی نشده است و به مسائلی چون فرهنگ کشورها، شرایط اقلیمی، شرایط اقتصادی و سیاسی کشورها اشاره شده است. در کنار این مسائل، نبود آگاهی کافی در میان کارمندان، که کمبود نیروی انسانی متخصص در بخش فناوری اطلاعات را به دنبال دارد، و همچنین احساس بی‌اعتمادی و ترس از پذیرش فناوری جدید بررسی شده است. در این پژوهش، بررسی عوامل اثرگذار بر انطباق مهم شمرده شده‌اند، زیرا بر موارد تجاری رایانش ابری اثرگذار هستند. همچنین به مزایا و هزینه‌های انطباق با رایانش ابری قبل از تصمیم‌گیری دربارهٔ آن پرداخته شده است (Ronnie, 2012). در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۱ استقبال زیاد از رایانش ابری با حوزهٔ اقتصادی و هزینه مرتبط دانسته شده، اما روند انطباق با این فناوری سودمند بسیار کند برآورد شده است. هدف این پژوهشگران، بررسی مزیت‌های رایانش ابری برای سازمان‌ها به‌منظور افزایش سرعت انطباق آن‌ها با رایانش ابری است. آن‌ها سریع‌ترین راه برای انطباق را شناسایی موانع و مخاطرات رایانش ابری می‌دانند. به همین علت به مسائل امنیتی رایانش ابری اشاره می‌کنند و، با استفاده از مدل TOE، مدلی مفهومی از جایگاه امنیت در انطباق ترسیم و اثر آن را بررسی می‌کنند (Behrend and et al., 2011).

۲. رایانش ابری

رایانش ابری از منابع محاسباتی برای تحویل خدمات در بستر اینترنت استفاده می‌کند و بر اساس معماری مشتری ـ خدمتگزار و نیز بر پایهٔ درخواست مشتری عمل می‌کند. ابزارهای زیادی مانند رایانه‌های خانگی، تلفن‌های همراه و لپ‌تاپ‌ها ممکن است به ابر متصل شوند. رایانش ابری دسترسی‌ای مبتنی بر درخواست ارائه می‌کند که از طریق آن بتوان به منابع و خدمات مورد نیاز دسترسی پیدا کرد (Jensen and et al., 2009). از آنجا که در حوزهٔ رایانش ابری خدمات زیادی وجود دارد و ارائهٔ همهٔ آن‌ها در حوصلهٔ این پژوهش نمی‌گنجد، به سه مورد از مهم‌ترین سرویس‌ها اشاره شده است: زیرساختِ خدمات، بستر خدمات

و نرم‌افزارخدمات. یکی از ویژگی‌های ابر، داشتن مدل‌های متنوع است که به مشتریان ابر اجازه می‌دهد انتخاب‌های گسترده‌ای داشته باشند. در ادامه بیان خواهد شد که هر ابر چه ویژگی‌هایی دارد و با توجه به همین ویژگی‌ها، می‌توان ابر موردنظر خود را از میان انواع ابرها یعنی ابر عمومی، ابر خصوصی، ابر انجمنی یا ابر ترکیبی انتخاب کرد (Jensen and et al., 2009).

۳. نظریه‌های پذیرش فناوری

در این بخش، پس از معرفی رایانش ابری، به معرفی مدل‌های پذیرش فناوری می‌پردازیم. در حال حاضر، مدل‌های پذیرش فناوری زیادی وجود دارد که پژوهشگران با توجه به نوع پژوهش و بررسی‌هایی که در راستای آن انجام می‌دهند، یکی از این مدل‌ها یا ترکیبی از آن‌ها را انتخاب می‌کنند. در این بخش توضیحاتی دربارهٔ هریک از این مدل‌های پذیرش فناوری می‌آید.

۳-۱. مدل عمل منطقی

چند محقق، در سال ۱۹۸۰، مدل نظریهٔ عمل منطقی[1] (TRA) را برای مستندسازی رفتار اجتماعی توسعه دادند. نظریهٔ اعمال منطقی بر عقاید و نگرش‌ها و نیات و رفتارها مبتنی است. این چارچوب عقیدهٔ یک شخص را دربارهٔ یک موضوع توصیف می‌کند و نگرش او را دربارهٔ آن شکل می‌دهد. درنتیجه، نگرش‌ها می‌توانند با ارزیابی عقاید اندازه‌گیری شوند. نگرش یک شخص نشان‌دهندهٔ احساسات مثبت یا منفی او دربارهٔ یک موضوع است (Kaufman, 2009).

۳-۲. مدل رفتار برنامه‌ریزی‌شده

در سال ۱۹۸۵ نظریهٔ عمل منطقی توسعه داده شد و مدل دیگری به نام تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده[2] مطرح گردید. سازوکار و زیربنای اصلی تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده بر پایهٔ این فرض قرار دارد که رفتار هر فرد تحت تأثیر تمایلات او است. این تئوری ادعا میکند که «نگرش به رفتار»، «هنجار ذهنی» و «درک کنترل رفتاری» مهم‌ترین عوامل تعیین‌کنندهٔ تمایلات رفتاری هستند. در واقع این مدل همان مدل TRA است که عامل کلیدی دیگری به نام درک کنترل رفتاری[3] (PBC) به آن افزوده شده است. PBC برای شناسایی موقعیت‌هایی است که در آن افراد فاقد کنترل کامل بر رفتارشان هستند (Schwarz and et al., 2009).

۳-۳. مدل پذیرش فناوری

مدل پذیرش فناوری[4] برای تعیین پذیرش فناوری اطلاعات توسط کاربران توسعه پیدا کرده است که از نظریهٔ عمل منطقی نشئت گرفته است. این مدل از نظریهٔ عمل منطقی در حکمِ زیربنایی برای تعیین ارتباط علت و معلولی میان دو عامل اصلی استفاده می‌کند. همچنین از سهولت درک‌شده از استفاده و سودمندی درکشده برای توصیف رفتار پذیرش رایانه‌ای استفاده می‌کند (Wang and et al., 2010).

۳-۴. مدل پذیرش و استفاده از فناوری

نظریهٔ یکپارچهٔ پذیرش و استفاده از فناوری[5] (UTAUT) از ترکیب هشت مدل پذیرش فناوری تدوین شده است: نظریهٔ منطقی، مدل پذیرش فناوری، مدل انگیزشی، نظریهٔ رفتار برنامه‌ریزی‌شده، مدل پذیرش فناوری ترکیبی و نظریهٔ رفتار برنامه‌ریزی‌شده، مدل استفاده از PC، نظریهٔ انتشار نوآوری و نظریهٔ شناختی اجتماعی. نظریهٔ پذیرش و استفاده از فناوری، مدل پذیرش فناوری را با افزودن انتظار عملکرد، انتظار تلاش و ساختارهای تأثیر اجتماعی که بر نیّت رفتاری و استفاده از فناوری‌ها تأثیرگذار است گسترش می‌دهد (Dawoud and et al., 2010).

۳-۵. مدل فناوری، سازمان و محیط

این مدل برای پیش‌بینی احتمال اثر مجموعه‌ای از عوامل بر پذیرش فناوری ایجاد شد. در این مدل باید سه مجموعه از عوامل تعیین شود که به ترتیب به فناوری، سازمان و محیط[6] (TOE) پیرامونی مربوط می‌شوند (Qiang and Dong, 2009).

۳-۶. مدل‌سازی معادلات ساختاری

مدل‌سازی معادلات ساختاری[7] (SEM) مدلی آماری است که روابط میان عوامل مختلف را تحلیل و بیان می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، چگونگی تعیین عوامل و نحوهٔ ارتباط آن‌ها با یکدیگر در مدل‌های نظری مختلف توسط SEM آزمایش می‌شود. مدل‌های پایه شامل رگرسیون، مدل‌های مسیر و عوامل تأییدی است. SEM شامل دو روش آماری چندمتغیره است: تحلیل عاملی و تحلیل رگرسیون چندگانه. مدل معادلات ساختاری سه ویژگی مختلف دارد: روابط متعدد و وابستگی مربوط به آن‌ها را تخمین می‌زند، مفاهیم مشاهده‌نشده را نشان می‌دهد و خطای اندازه‌گیری را مشخص می‌کند، و درنهایت تمام روابط را شرح می‌دهد (Chaves and et al., 2010).

۳-۶-۱. نمودار مسیر

نمودار مسیر[8] (PD) به‌صورت تصویری، مدل ساختاری و اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. نمودار مسیر شامل چندین نماد[9] است و سازه‌ها و متغیرهای اندازه‌گیری شده و روابط میان آن‌ها را نشان می‌دهد. سازهٔ نهان، یک متغیر مشاهده نشده است و نمی‌توان

1. Theory of Reasoned Action
2. Theory of Planned Behavior
3. Perceived Behavior Control (TAM)
4. Technology Acceptance Model
5. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
6. Technology, Organization, Environment
7. Structural Equation Modeling
8. Path Diagram
9. Notation

آن را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد، اما می‌توان آن را با یک یا چند متغیر نشان داد (Chaves and et al., 2010). متغیرهای آشکار (شاخص‌ها) متغیرهای مشاهده‌شده‌ای هستند که به‌عنوان معیاری برای ساختار نهفته‌ای که مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست، به‌کار می‌روند. سازه‌های درون‌زا،[1] سازه‌هایی نهان هستند و با یک متغیر مستقل نشان داده می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، سازه‌های درون‌زا ساختارها را، مستقیم و غیرمستقیم، تحت تأثیر قرار می‌دهند. سازه‌های برون‌زا نیز سازه‌هایی نهفته هستند، اما این سازه‌ها را عواملی که خارج از مدل قرار دارند، کنترل می‌کنند (Ross, 2010).

نماد دیگری که در نمودار مسیر استفاده می‌شود، خطای اندازه‌گیری است و مربوط به درجه‌ای است که طبق آن متغیرها می‌توانند به‌صورت ناقص ساختار(های) نهفته را توصیف کنند. باقی‌مانده‌ها یا خطاهای اندازه‌گیری، تفاوت میان داده‌های مشاهدهشده و مدل مفروض را نشان می‌دهند.

۴. مدل پیشنهادی

در این پژوهش مدلی مفهومی ارائه می‌شود که نشان‌دهندهٔ عوامل مؤثر در انطباق شرکت‌ها با رایانش ابری و نحوهٔ ارتباط آن‌ها با یکدیگر است. در این بخش ابتدا به توضیح هریک از این عوامل پرداخته می‌شود و سپس مدل پیشنهادی و نحوهٔ تشکیل و تدوین آن معرفی خواهد شد.

امنیت: امنیت مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده برای انطباق با رایانش ابری است. مشتریان و کاربران ابر باید مطمئن شوند که داده‌های سازمانی آن‌ها در ابر از امنیت قابل قبولی برخوردار است (Kaufman, 2009). مشخص است که برای رسیدن به امنیت مناسب باید مشکل محرمانگی، جامعیت و دسترس‌پذیری، که ابعاد امنیت هستند، برطرف شود.

کارایی: گفته می‌شود که فناوری رایانش ابری باعث افزایش عملکرد شرکت‌ها و کاربران شده است. کارایی عبارت است از نسبت بازدهی واقعی به‌دست‌آمده به بازدهی استاندارد و تعیین‌شده (موردنظر) و یا در واقع، نسبت مقدار کاری که انجام می‌شود به مقدار کاری که باید انجام شود. اگر یک سرویس رایانش ابری کارایی خوبی داشته باشد، نشان‌دهندهٔ این است که سرعتِ استفاده از سرویس داده‌ها پاسخ‌گوی نیازهای مشتریان است. یکی از نگرانی‌های مهم دربارهٔ برون‌سپاری در حوزهٔ فناوری اطلاعات، کارایی کم بهواسطهٔ مسائل فنی و شبکه‌ای است (Kuyoro and et al., 2011).

پشتیبانی: اعمال این عامل در یک سازمان بسیار ساده است، زیرا به‌روزرسانی و دیگر عوامل نگه‌داری، به‌جای رایانه‌های کاربران، در ابر انجام می‌گیرد (Ronnie, 2012). اگر امکان تطبیق سرویس با نیازهای فردی وجود داشته باشد و ارائه‌دهندگان تعمیر و نگه‌داری آن را تضمین کنند، سرویس رایانش ابری قابل پشتیبانی است. مخاطرات مرتبط با پشتیبانی می‌توانند بر توانایی سیستم برای تحمل اصلاحات یا تعمیرات اثرگذار باشند.

نیاز: شرکت‌ها به علت پیشرفت فناوری و برای برآورده‌ساختن نیازهای فناورانهٔ خود به رایانش ابری نیاز دارند. علاوه بر این، فشار رقابتی و فشار شرکای تجاری از دیگر عواملی هستند که نیاز به رایانش ابری را افزایش داده‌اند. در این رابطه، احساس نیاز به رایانش ابری، در جایگاه عنصری تعیین‌کننده، در مدل مطالعهٔ پژوهش حاضر افزوده می‌شود.

مبتنی‌بودن بر تقاضا: عامل تعیین‌کنندهٔ بعدی، مبتنی‌بودن بر تقاضا است. این عامل یکی از ویژگی‌های رایانش ابری است و به سازمان‌ها اجازهٔ خرید طبق نیازهای خود و پرداخت طبق مقدار مصرف خود را می‌دهد؛ مثل پرداخت به‌ازای مصرف برق.

هزینه: هزینه نیز یکی از عوامل تعیین‌کنندهٔ مهم این مدل است و شامل هزینهٔ خرید و هزینه‌های مصرف طولانی‌مدت می‌شود. رایانش ابری در مقایسه با فناوری‌های رایانه‌ای سنتی، بسیار ارزان‌تر است. شرکت‌ها می‌توانند هزینه‌های بلندمدت خود را با روی‌آوردن به فناوری‌های رایانش ابری کاهش دهند. به‌این‌ترتیب، آن‌ها در مصرف انرژی، فضای ذخیره‌سازی و هزینهٔ کارمندان خود صرفه‌جویی می‌کنند (Kaufman, 2009, Wang and et al., 2010).

قوانین و مقررات: این عامل پیش‌بینی می‌کند که آیا در هنگام مخاطرات امنیتی، حفاظت‌های قانونی برای برطرف‌شدن درگیری بین کاربران و ارائه‌دهندگان ابر برقرار است یا خیر. این عامل احضاریه و اکتشاف الکترونیکی، تغییر حوزهٔ قضایی، مخاطرات پشتیبانی از داده و صدور مجوز تشکیل را شامل می‌شود.

دسترسی به ارائه‌کنندگان: این عامل دربرگیرندهٔ دو مورد است: اول این است که باید در زمان مورد نیاز، تأمین‌کنندهٔ کافی برای خرید خدمات ابر وجود داشته باشد؛ دوم این است که باید برای پشتیبانی پس از خرید، ارائه‌کنندهٔ کافی وجود داشته باشد.

سایر عوامل: عامل تعیین‌کنندهٔ دیگر، عواملی هستند که برای سادگی مدل در مجموعه‌ای واحد به نام «دیگر عوامل» بررسی خواهد شد. این مجموعه شامل ۳ عامل می‌شود: یکپارچگی،[2] مجازی‌سازی[3] و قابلیت اطمینان.[4]

شکل ۱ مدل ارائه‌شده در این پژوهش را نشان می‌دهد. مدل TAM دارای بعدی به نام متغیرهای خارجی است که بیان‌کنندهٔ اثر عوامل بیرونی بر مدل

1. Endogenous

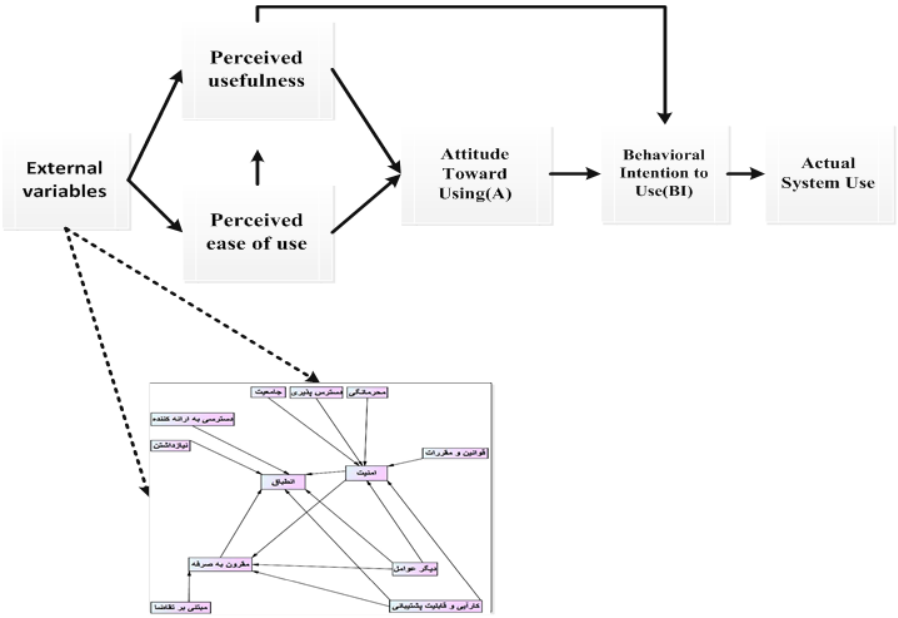
2. Integration

3. Virtualization

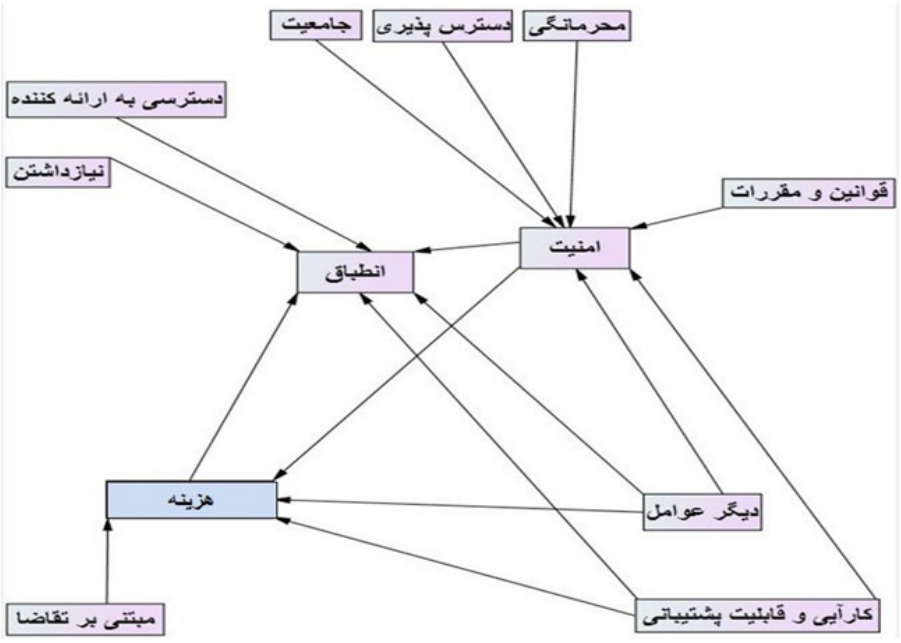
4. Reliability

است. این متغیرها می‌توانند هریک از ابعاد مدل را تحت تأثیر قرار دهند. از این‌رو در این پژوهش، عواملی که بر روی دو عامل سودمندی و سهولت استفاده اثر می‌گذارند، بررسی شده‌اند. مدل TAM یک مدل پذیرش فناوری است. بنابراین، با توجه به اینکه در این پژوهش مسئلهٔ انطباق و پذیرش فناوری رایانش ابری بررسی می‌شود، عوامل ارائه‌شده در پژوهش معادل متغیرهای خارجی اثرگذار بر روی مدل انطباق هستند.

همچنین شکل ۲ نشان می‌دهد که بین این عوامل ارتباط متقابل وجود دارد. امنیت ممکن است روی هزینه تأثیر داشته باشد. با توجه به مطالعات و مصاحبه‌های انجام‌گرفته، شرکت‌ها علاقه دارند تا ابرهای خصوصی را به نسبت ابرهای عمومی برای امنیت داده در اولویت قرار دهند. در این رابطه، هزینهٔ ابر خصوصی، خیلی بیشتر از ابر عمومی است. مشکلات حقوقی نیز ممکن است روی امنیت تأثیر داشته باشند. مبتنی‌بودن بر تقاضا نیز بر هزینه اثرگذار است. درنهایت عوامل کارایی، قابلیت نگه‌داری و مجموعهٔ دیگر عوامل نیز بر امنیت و هزینه اثرگذارند.



شکل ۱: مدل TAM تغییریافته



شکل ۲: مدل مفهومی بیان‌کنندهٔ روابط بین عوامل موجود در مطالعه

مطابق مدل پیشنهادی انطباق، که اصلی‌ترین متغیر این مطالعه است، به‌طور مستقیم تحت تأثیر دسترسی به تأمین‌کننده، نیازداشتن، کارایی و قابلیت پشتیبانی، امنیت، هزینه و مجموعهٔ دیگر عوامل و به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر مبتنیبودن بر تقاضا، کارایی و قابلیت پشتیبانی، قوانین و مقررات و مجموعهٔ دیگر عوامل قرار دارد.

۴-۱. دماتل

روش دماتل[1] روشی ریاضی است که مرکز تحقیقات ژنو و مؤسسهٔ بتل آن را معرفی کرده‌اند. این تکنیک، که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری براساس مقایسه‌های زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آن‌ها با به‌کارگیری اصول نظریهٔ گراف‌ها، ساختاری سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تأثیر و تأثر متقابل ارائه می‌دهد، به‌گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور را به‌صورت امتیاز عددی معیّن می‌کند. در شکل ۳ مراحل روش دماتل را مشاهده می‌کنید.

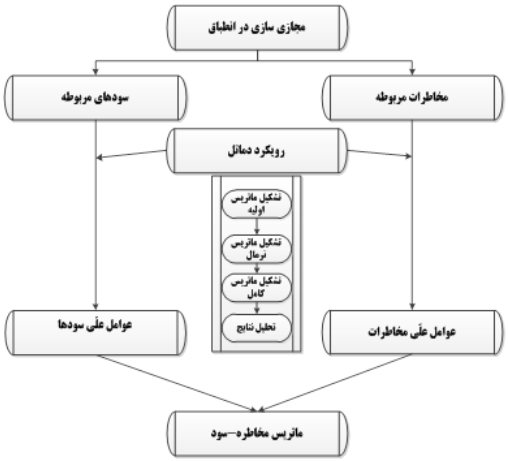
شکل ۳: مراحل دماتل

۴-۲. چارچوب راه‌حل پیشنهادی

چارچوب راه‌حل پیشنهادی مورد استفاده در این پژوهش در شکل ۴ نشان داده شده است که در آن سود و مخاطره برای کسب روابط علت و معلولی بین آن‌ها، باید توسط رویکرد دماتل به‌صورت جداگانه اداره شوند. به‌علاوه، نتایج تحلیل علت و معلول می‌تواند در یک ماتریس B-R ترکیب شود و نقشه‌ای برای دیدنِ هم‌زمان مخاطرات و سودها ارائه کند تا تصمیم‌گیری دربارهٔ این سودها و مخاطرات و، در نتیجه، اتخاذ سرویس‌های رایانش ابری با سهولت بیشتری انجام گیرد.

۴-۳. روش دماتل تغییریافته

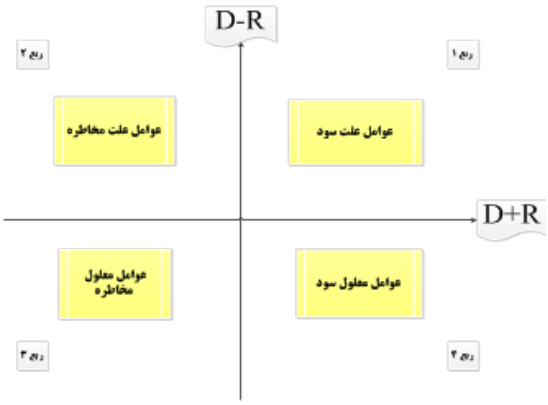
روش دماتل متداول شامل چهار مرحلهٔ اصلی است: ایجاد ماتریس جهت- ارتباط اولیه؛ نرمال‌سازی ماتریس جهت؛ به‌دستآوردن ماتریس کل- رابطه؛ تولید یک نمودار علت و معلولی



شکل ۴: چارچوب دماتل تغییریافته

(Ho and et al., 2011). اما چارچوب راه‌حل پیشنهادی شامل سه مرحلهٔ اصلی است: انتخاب یک مجموعه از مزایا و مخاطرات برای پذیرش خدمات ابر؛ استفاده از دماتل برای تجزیه و تحلیل علت و معلول از طریق ایجاد ماتریس جهت- ارتباط اولیه، نرمال‌سازی ماتریس جهت- ارتباط اولیه و تکمیل ماتریس نهایی- رابطه‌ای؛ ایجاد ماتریس مزیت- مخاطره (B-R).

برخلاف بسیاری از مطالعات مربوط به دماتل ساده که فقط با یک رویکرد سروکار دارند، این پژوهش یک رویکرد دماتل تغییریافته را برای فائق‌آمدن بر دو موضوع (B و R) با یک نقشهٔ علت و معلولی یکپارچه، ارائه می‌کند (ماتریس B-R). فرض کنید بردار D و بردار R به ترتیب به معنای مجموع سطرها و مجموع ستون‌ها از ماتریس رابطه‌ای- نهایی باشند. محور افقی (D+R) نشان می‌دهد هر عامل که در بالای آن قرار بگیرد اهمیت بیشتری دارد. محور عمودی (D-R) عوامل را به یک گروه علت و یک گروه معلول تقسیم می‌کند؛ یعنی یک عامل به گروه علت تعلق دارد اگر (D-R) مثبت باشد و به گروه معلول تعلق دارد اگر (D-R) منفی باشد. بااین‌حال، تفاوتی اساسی بین دماتل تغییریافته و دماتل ساده وجود دارد. دماتل تغییریافته دو نقشهٔ علّی را یک‌جا در نمودار R-B ترکیب می‌کند. برای اینکه مقدار Rها در ربع دوم و سوم قرار گیرد، باید مقدار D+R در یک منفی ضرب



شکل ۵: ماتریس B-R

1. Decision Making Trial And Evaluation

شود و عوامل علت- معلول B نیز در ربع اول و ربع چهارم قرار گیرند (شکل ۵). پایهٔ دماتل تغییریافته این است که هرکس بخواهد از آن استفاده کند، باید به دو مورد توجه کند: عوامل علّی R در ربع دوم و عوامل علّی B در ربع اول. به لحاظ ریاضی، مراحل تحلیل دماتل پیشنهادی شامل ۵ گام اصلی است.

گام ۱، تولید ماتریس رابطهٔ مستقیم: ماتریس اولیهٔ رابطهٔ مستقیم Z، یک ماتریس «n*n» است که میزان اثرگذاری هر زیرعامل را بر عامل دیگر نشان می‌دهد. یعنی اثر هر دو عامل را، جداگانه، بر روی یکدیگر بررسی می‌کند و با توجه به شمارهٔ هر زیرعامل، آن را در خانهٔ «ij«_ «Z» قرار می‌دهد که i عاملی است که بر عامل j اثر گذاشته است.

گام ۲، نرمال‌کردن ماتریس Z: ماتریس نرمال که آن را با X نمایش می‌دهند حاصل ضرب ماتریس Z درS است. مقدار S با استفاده از رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود و آن بین صفر و یک است. روابط ۱ و ۲ به نرمال‌سازی مربوط می‌شوند.

رابطهٔ (۱)
$$X=S\times Z$$

رابطهٔ (۲)
$$S=\frac{1}{\underset{1<i<n}{MAX}\sum_{j=1}^{n} Z_{ij}},\ i,j=1,2,3,\ldots,n$$

گام ۳، رسیدن به ماتریس ارتباط کامل: بعد از نرمال‌سازی نوبت ایجاد این ماتریس است که با استفاده از رابطهٔ ۳ و ماتریس I که ماتریس همانی است، به‌دست می‌آید.

رابطهٔ (۳)
$$T=X(I-X)^{-1}$$

گام ۴، ایجاد نمودار علت: مجموع سطرها و مجموع ستون‌ها، جداگانه، به‌وسیلهٔ D و R نشان داده می‌شوند که این دو به‌وسیلهٔ روابط ۴، ۵ و ۶ قابل دستیابی‌اند.

رابطهٔ (۴)
$$T=[Tij]n\times n,\ i,j=1,2,3,\ldots,n$$

رابطهٔ (۵)
$$D=\left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1}=[t_i]_{n\times 1}$$

رابطهٔ (۶)
$$D=\left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1}=[t_i]_{n\times 1}$$

گام ۵، ساخت نمودار علت- معلول: نمودار علت را می‌توان از روی نگاشت مجموعهٔ دادهٔ (D+R , D-R) ایجاد کرد که در آن محور افقی (D+R) با اضافه‌کردن D به R و محور عمودی (D-R) با تفریق R از D به‌دست می‌آید.

پس از آن، روش دماتل برای تولید تحلیل علت و معلولی به‌کار گرفته می‌شود. در این‌جا بازه‌ای برای بررسی ارتباط بین زیرعامل‌ها تعیین شده است که شامل اعداد ۰ (بدون نفوذ)، ۱ (نفوذ بسیار کم)، ۲ (نفوذ کم)، ۳ (نفوذ زیاد) و ۴ (نفوذ بسیار زیاد) است. این اعداد باید در ماتریس Z قرار بگیرند و در مراحل بعد با استفاده از فرمول‌های ۱ تا ۶ محاسبات بر روی آن‌ها صورت بگیرد. نهایتاً باید برخی از زیرعامل‌های (عامل‌های فرعی) مربوط به این عامل‌ها را در مدل دماتل قرار داد تا بتوان به‌طور دقیق میزان اثر این زیرعامل‌ها را مشخص کرد.

۵. نمونهٔ مطالعه

برای نمونهٔ مطالعه، شرکت‌های ارائه‌دهندهٔ خدمات فناوری اطلاعات در کشور درنظر گرفته شده‌اند. برای جمع‌آوری داده‌ها از ابزار پرسش‌نامه استفاده شد. پرسش‌نامه‌ها مستقیم و یا از طریق ایمیل در اختیار کارشناسان قرار گرفت. مجموعاً ۱۷۴ پرسشنامه تکمیل و جمع‌آوری شد و با توجه به اینکه ۴۷ نفر در پرسش‌نامهٔ خود اعلام کرده بودند اطلاعات و تجربهٔ آن‌ها درزمینهٔ رایانش ابری بسیار محدود است، پاسخ این افراد از مجموع جواب‌ها حذف گردید و ۱۲۷ پرسش‌نامهٔ معتبر باقی ماند. برای محاسبهٔ پایایی این پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار آن ۰/۸۱ به دست آمد.

۶. تحلیل عاملی تأییدی

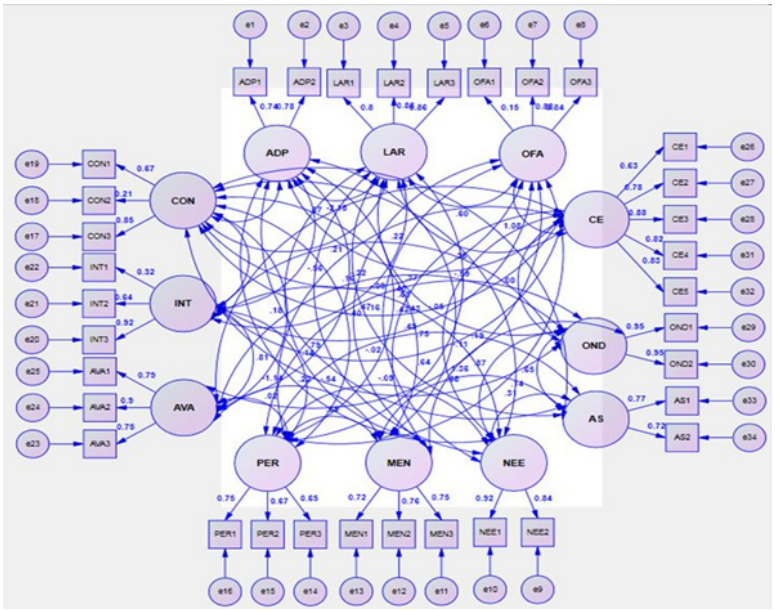
در این مطالعه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی، ساختار کلی پرسش‌نامه‌های تحقیق روایی‌سنجیِ محتوایی شده است. در تحلیل عاملی تأییدی مشخص می‌شود که آیا داده‌های نمونه، مدل را اعتبارسنجی می‌کنند یا خیر (Ross, 2010). برای تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌یابی معادلات ساختاری، بار عاملی استاندارد محاسبه شده است. در این مورد به‌طورکلی این قاعده حاکم است: قدرت رابطهٔ بین عامل (متغیر پنهان) و متغیر قابل‌مشاهده به‌وسیلهٔ بار عاملی نشان داده می‌شود. بار عاملی مقداری بین صفر و یک است. اگر بار عاملی کمتر از ۰/۵ باشد، رابطهٔ ضعیف درنظر گرفته می‌شود و از آن صرف‌نظر میشود (Jensen and et al., 2009). در جدول ۱ متغیرهای پژوهش به همراه نام اختصاری آن‌ها آورده شده‌اند.

همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، بار عاملی برای گویه‌های CON2 (۰/۲۱)، INT1 (۰/۳۲) و AVA2 (۰/۵) کمتر یا مساوی با مقدار ۰/۵ است؛ بنابراین این موارد از تحلیل کنار گذاشته خواهند شد. مجدداً مدل تحلیل تأییدی با حذف این سه گویه اجرا شد و در شکل ۷ خروجی گرافیکی آن نمایش داده شده است. همچنین با توجه به شکل ۷، این دفعه، بار عاملی هیچ‌کدام از گویه‌ها کمتر از ۰/۵ نیست؛ بنابراین هیچ گویه‌ای از تحلیل حذف نخواهد شد و ادامهٔ تحلیل و روش پیشنهادی با همین گویه‌ها ادامه خواهد یافت.

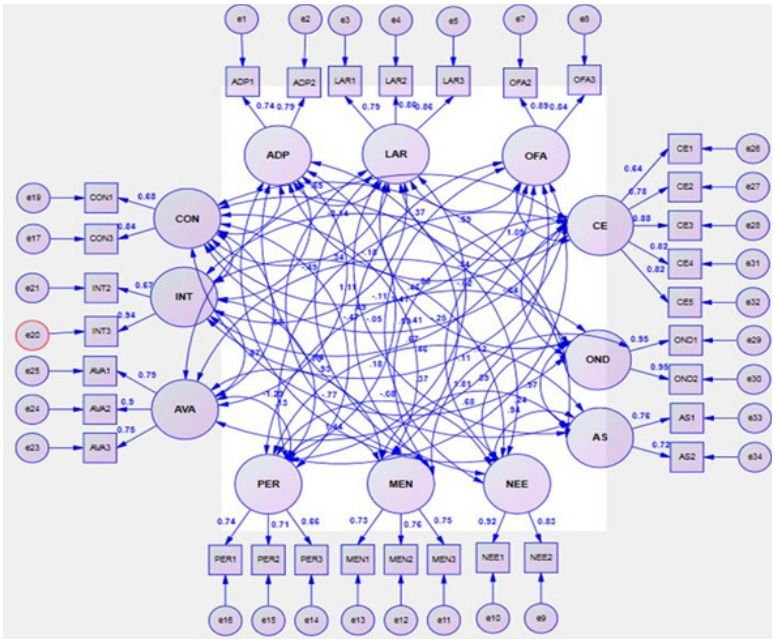
1. Direct Relation Matrix

جدول ۱: ابعاد اختصاری متغیرهای پژوهش

متغیر	علامت اختصاری	متغیر	علامت اختصاری	متغیر	علامت اختصاری	متغیر	علامت اختصاری
امنیت	SEC	دسترسی به ارائه‌کننده	AS	دیگر عوامل	OFA	در دسترس بودن	AVA
محرمانگی	CON	مبتنی‌بودن بر تقاضا	OND	قوانین و مقررات	LAR	کارایی	PER
تمامیت	INT	هزینه	CE	انطباق	ADP	قابلیت پشتیبانی	MEN
نیازداشتن	NEE						



شکل ۶: بار عاملی استاندارد تحلیل عاملی اولیه



شکل ۷: بار عاملی استاندارد تحلیل عاملی بعد از حذف گویه‌های با بار عاملی کمتر از ۰/۵

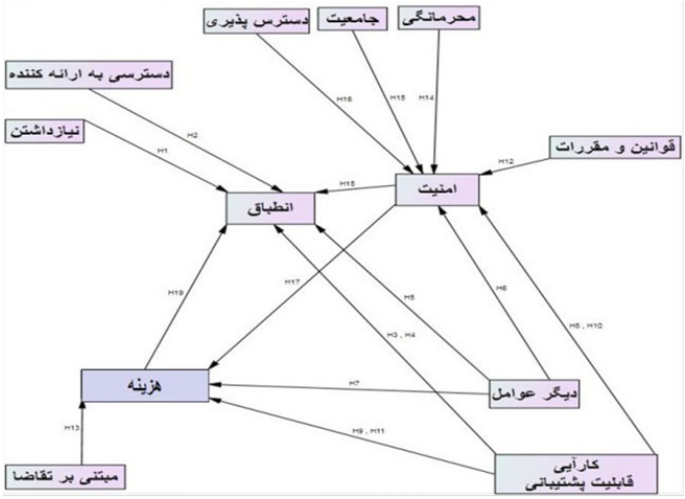
۶-۱. آزمون فرض‌ها

در این قسمت، با استفاده از روش معادلات ساختاری فرضیه‌های پژوهش بررسی خواهد شد. با توجه به این مدل می‌توان عوامل را به دو دستهٔ بیرونی و درونی تقسیم کرد. عوامل درونی آن‌هایی هستند که حتماً عاملی روی آن‌ها اثر می‌گذارد که در این مدل امنیت، انطباق و هزینه، عوامل درونی محسوب می‌شوند و بقیه عوامل، بیرونی محسوب می‌شوند چرا که هیچ عاملی روی آن‌ها اثر نمی‌گذارد.

در شکل ۸ مدل معادلات ساختاری مشخص شده است. با توجه به عوامل درونی و بیرونی، معادلات ساختاری را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد که شرح مفروضات این دو دسته در جدول ۲ مشخص شده است. همچنین در ادامه برای آزمودن میزان تأثیرگذاری عوامل بر یکدیگر و برازش مدل مفهومی، از معادلات ساختاری استفاده می‌شود.

بررسی و تحلیل مدل‌های اندازه‌گیری در مراحل اولیهٔ مطالعات بسیار مفید است، زیرا می‌تواند به ارزیابی ابزار پژوهش و توسعهٔ سازه‌ها کمک کند. همچنین تحلیل مدل‌های ساختاری می‌تواند روشنگر نقاط ضعف نظری باشد و به تفسیر یافته‌های پژوهش کمک کند و در طرح مطالعات آینده سهم عمده‌ای داشته باشد. بر این اساس، مدل‌سازی معادلات ساختاری شامل دو مرحلهٔ اصلی تدوین مدل و آزمون مدل است. در تدوین مدل با استفاده از همهٔ نظریات مرتبط و پژوهش‌ها و اطلاعات دردسترس، به طرح مدل پرداخته خواهد شد و مدل، در این مرحله، روابط علّی بین متغیرها را توصیف می‌کند. ارتباطات بین متغیرها می‌تواند مبین فرضیه‌هایی باشد که روابط علّی بین متغیرهای آشکار و مخفی را از فضایی تئوریک استنتاج کرده‌اند.

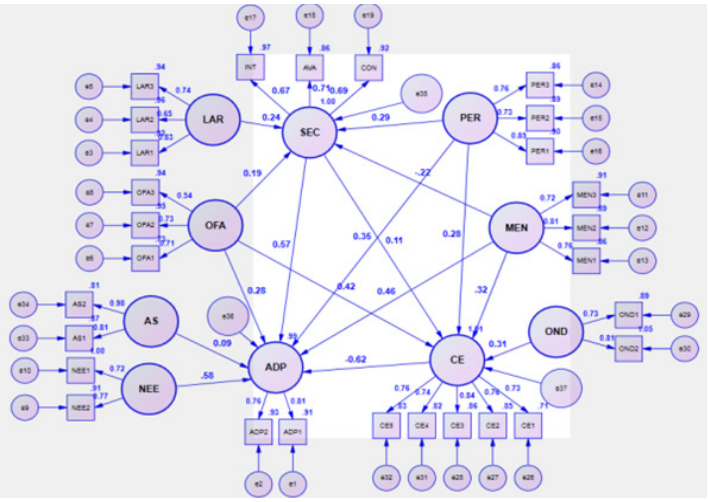
مرحلهٔ بعدی این روش، آزمون برازندگی و میزان انطباق این نظریه‌ها با داده‌های تجربی است که از جامعه‌ای معیّن گردآوری شده‌اند. در شکل ۹ ضرایب تخمین استاندارد مدل ساختاری این پژوهش آمده است.



شکل ۸: مدل به همراه فرضیات مسئله

جدول ۲: فرضیات

دستهٔ اول	۱. نیازداشتن بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۲. دسترسی به ارائه‌کننده بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.
	۳. کارایی بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۴. قابلیت نگه‌داری بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.
	۵. مجموعهٔ دیگرعوامل بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۶. مجموعهٔ دیگرعوامل بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.
	۷. مجموعهٔ دیگرعوامل بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۸. کارایی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.
	۹. کارایی بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۱۰. قابلیت پشتیبانی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.
	۱۱. قابلیت پشتیبانی بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۱۲. قوانین و مقررات بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.
	۱۳. مبتنی‌بودن بر تقاضا بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۱۴. محرمانگی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.
	۱۵. یکپارچگی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۱۶. دسترس‌پذیری بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.
دستهٔ دوم	۱. امنیت بر هزینه تأثیر مثبت دارد.	۲. امنیت بر انطباق تأثیر مثبت دارد.
	۳. هزینه بر انطباق تأثیر منفی دارد.	



شکل ۹: ضرایب تخمین استاندارد مدل ساختاری پژوهش

۶-۲. آزمون برازش الگوی مفهومی

هدف از آزمون برازش مدل مشخص‌شدن حدّ سازگاری و توافق یک مدل با داده‌های تجربیِ استفاده‌شده است. مجموعهٔ وسیعی از معیارها و شاخص‌های برازندگی[1] وجود دارند که می‌توانند برای اندازه‌گیری برازش کل مدل به‌کار روند؛ متأسفانه برتری همه‌جانبه‌ای در مقایسه با بقیه ندارند؛ زیرا یک شاخص برازندگی خاص، بسته به حجم نمونه، روش تخمین، پیچیدگی مدل، مفروضات مربوط به نرمالبودن یا ترکیبی از شرایط فوق، متفاوت عمل می‌کند. از این‌رو در پژوهش‌های مختلف، بسته به شرایط مدل، ممکن است شاخص‌های مختلفی برای برازش مدل استفاده شود (Roudbari and et al., 2015). در این بخش، الگوی مفهومی پژوهش، در قالب نمودار مسیر، ترسیم می‌شود و، با استفاده از روش‌های مختلف، برازش آن سنجیده می‌شود. یک مدل کامل معادلات ساختاری، در حقیقت، بیانگر آمیزه‌ای از نمودار مسیر و تحلیل عاملی تأییدی است.

۶-۳. نیکویی برازش مدل

برای برازش مدل ساختاری فرضیهٔ اصلیِ تحقیق از تعدادی از شاخص‌های نیکویی برازش استفاده شده است. جدول ۳ بیانگر مهم‌ترین شاخص‌های برازش است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که الگوی مفهومی پژوهش، برای تبیین و برازش، از وضعیت مطلوبی برخوردار است.

۶-۴. تفسیر شاخص‌ها و نتایج برازش

یک معیار رایج برای بررسی مناسب‌بودنِ Chi-square این است که حاصل تقسیم مقدار آن بر درجهٔ آزادی کمتر از ۳ باشد که در مدل مذکور، این مقدار برابر ۲/۲۸۵ محاسبه شده است؛ پس برازش آن مطلوب است.

MSEA: مقدار کمتر از ۰/۰۸ برای این شاخص، نشان از برازش مناسب است. مقدار این شاخص برای مدل پیشنهادی برابر با ۰/۰۶۷ است که از برازش مطلوب نشان دارد.

PMR: این شاخص بر اساس ماتریس باقی‌مانده محاسبه می‌شود و مقادیر کمتر از ۰/۰۵ برای آن نشان‌دهندهٔ مناسببودن برازش مدل است که در اینجا این مقدار برابر ۰/۰۴۳ شده است.

جدول ۳: شاخص‌های برازش مدل ساختاری

شاخص برازش	مقدار مطلوب	نتیجه
$\chi 2/df$	<۳/۰۰	۲/۲۸۵
GFI	>۰/۹۰	۰/۹۵
RMSEA	<۰/۰۸	۰/۰۶۷
RMR	<۰/۰۵	۰/۰۴۳
NFI	>۰/۹۰	۰/۹۲
IFI	>۰/۹۰	۰/۹۶
CFI	>۰/۹۰	۰/۹۵

1. Goodness of Fit

رابطهٔ (۷). معیار سنجش عامل انطباق و
R^2=0.682

ADP=-0.32CE+0.701NEE+0.26SEC+0.84PER+0.76MEN+0.78OFA

رابطهٔ (۸). معیار سنجش عامل امنیت و
R^2=0.386

SEC=0.74LAR+0.61PER+0.57OFA+0.75MEN+0.69CON+0.67AVA+0.71INT

رابطهٔ (۹). معیار سنجش عامل هزینه و
R^2=0.589

CE=0.72MEN+0.78PER+0.62OND+0.69OFA

CFI، GFI، NFI و IFI: مقادیر بیشتر از ۰/۹ برای هریک از این شاخص‌های برازش، بیانگر مناسب‌بودن برازش مدل است. با توجه به اینکه، در این مدل، تمامی مقادیر به‌دست‌آمده برای این شاخص‌ها بزرگ‌تر از ۰/۹ هستند، مطلوبیت برازش مدل مشهود است. همچنین، برای آزمون معناداری ضرایب مسیر، بین متغیرها از خروجی‌های تحلیل خود استفاده خواهیم کرد. ضرایب مسیر و نتایج مربوط به معناداری آن‌ها در جدول ۴ آمده است.

با توجه به ضرایب مسیر در این مدل، می‌توان به روابط ۷ و ۸ و ۹ بین عوامل دست‌یافت:

بر اساس روابط ۷ و ۸ و ۹ می‌توان گفت که انطباق با مجموعهٔ دیگرعوامل، کارایی، قابلیت پشتیبانی، امنیت و نیازداشتن رابطهٔ مثبت دارد و با هزینه دارای رابطهٔ منفی است؛ یعنی اگر هزینه افزایش بیابد تمایل به انطباق کاهش می‌یابد.

عدد R2=0.682 نشان‌دهندهٔ این است که عوامل مستقلی که بر انطباق اثرگذارند به‌خوبی تشریح شده است.

امنیت با کارایی، قابلیت پشتیبانی، مجموعهٔ دیگر عوامل، قوانین و مقررات و همچنین محرمانگی، یکپارچگی و دسترس‌پذیری رابطهٔ مثبت دارد. R2=0.386 نشان می‌دهد که ٪۳۸٫۶ واریانس امنیت به‌خوبی توسط عوامل مستقل اثرگذار روی آن قابل توصیف است.

هزینه با کارایی، قابلیت پشتیبانی، مجموعهٔ دیگر عوامل

جدول ۴: نتایج ارزیابی مدل ساختاری

نوع فرضیه	فرضیه	ضریب مسیر (β)	عدد معناداری (t-value)	نتیجه
دستهٔ اول	نیازداشتن بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۰/۵۸	۵/۱۱	عدم رد فرضیه
	دسترسی به ارائه‌کننده بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۰/۰۹	۰/۷۲۱	رد فرضیه
	کارایی بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۰/۳۵	۳/۵۲	عدم رد فرضیه
	قابلیت پشتیبانی بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۰/۴۶	۴/۷۱	عدم رد فرضیه
	مجموعهٔ دیگر عوامل بر انطباق تأثیر مستقیم دارد.	۰/۲۸	۲/۸۴	عدم رد فرضیه
	مجموعهٔ دیگر عوامل بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۱۹	۲/۰۷	عدم رد فرضیه
	مجموعهٔ دیگر عوامل بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۰/۴۲	۴/۷۲	عدم رد فرضیه
	کارایی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۲۹	۲/۷۴	عدم رد فرضیه
	کارایی بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۰/۲۸	۲/۴۷	عدم رد فرضیه
	قابلیت پشتیبانی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۲۵	۲/۶۳	عدم رد فرضیه
	قابلیت پشتیبانی بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۰/۳۲	۵/۵۱	عدم رد فرضیه
	قوانین و مقررات بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۲۴	۲/۱۵	عدم رد فرضیه
	مبتنی‌بودن بر تقاضا بر هزینه تأثیر مستقیم دارد.	۰/۳۱	۳/۴۹	عدم رد فرضیه
	محرمانگی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۶۹	۷/۲۴	عدم رد فرضیه
	یکپارچگی بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۷۱	۸/۲۱	عدم رد فرضیه
	دسترس‌پذیری بر امنیت تأثیر مستقیم دارد.	۰/۶۷	۷/۵۹	عدم رد فرضیه
دستهٔ دوم	امنیت بر هزینه تأثیر مثبت دارد.	۰/۱۱	۱/۲۸	رد فرضیه
	امنیت بر انطباق تأثیر مثبت دارد.	۰/۵۷	۷/۲۵	عدم رد فرضیه
	هزینه بر انطباق تأثیر منفی دارد.	-۰/۶۲	-۸/۱۹	عدم رد فرضیه

و مبتنی‌بودن بر تقاضا رابطهٔ مثبت دارد. مقدار R2=0.589 نشان‌دهندهٔ این است که ۵۸٫۹٪ واریانس هزینه، توسط عوامل تأثیرگذار بر آن به‌خوبی قابل توصیف است.

در این قسمت، خروجی نرم‌افزار Amos که نشان‌دهندهٔ ارتباطات بین عوامل مختلف و همچنین وزن‌های استاندارد رگرسیون و واریانس و... است نشان داده می‌شود. همان‌طور که در قسمت‌های قبل گفته شد، این مدل دارای عوامل درونزا و برونزا است که جدول‌های ۵ و ۶، به‌ترتیب، شاخصه‌های عوامل درونزا و برونزا را نشان می‌دهد. در جدول ۷ نیز ارتباطات بین عوامل درونزا آمده است.

جدول ۵: شاخصه‌های عوامل درونزا

شاخصه	ADP1	ADP2	SEC1 (INT)	SEC2 (AVA)	SEC3 (CON)	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5
انطباق	۰/۷۲	۰/۷۷	–	–	–	–	–	–	–	–
امنیت	–	–	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۶۹	–	–	–	–	–
هزینه	–	–	–	–	–	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۸۴	۰/۷۶	۰/۷۳

جدول ۶: شاخصه‌های عوامل برونزا

شاخصه	نیازمندی	قوانین و مقررات	مبتنی‌بودن بر تقاضا	کارایی	قابلیت پشتیبانی	دیگر عوامل
NEE1	۰/۷۲	–	–	–	–	–
NEE2	۰/۷۷	–	–	–	–	–
LAR1	–	۰/۷۴	–	–	–	–
LAR2	–	۰/۶۵	–	–	–	–
LAR3	–	۰/۸۳	–	–	–	–
OND1	–	–	۰/۷۳	–	–	–
OND2	–	–	۰/۸۱	–	–	–
PER1	–	–	–	۰/۷۶	–	–
PER2	–	–	–	۰/۷۳	–	–
PER3	–	–	–	۰/۸۵	–	–
MEN1	–	–	–	–	۰/۷۲	–
MEN2	–	–	–	–	۰/۸۱	–
MEN3	–	–	–	–	۰/۷۶	–
OFA1	–	–	–	–	–	۰/۵۴
OFA2	–	–	–	–	–	۰/۷۳
OFA3	–	–	–	–	–	۰/۷

جدول ۷: ارتباط بین عوامل درونزا

عوامل درونزا	انطباق	امنیت	هزینه
انطباق	–	۰/۵۷	–۰/۶۲
امنیت	–	–	–
هزینه	–	–	–

۶-۵. نتایج روش دماتل تغییریافته

یکی از قابلیت‌های روش دماتل این است که می‌تواند مجموعهٔ عوامل تأثیرگذار را به دو دستهٔ علت و معلول تقسیم کند و هر دو را در یک نمودار علت- معلول نمایش دهد (Walsh, 2003). زمانی‌که همهٔ عوامل در این نمودار جای خود را پیدا کنند، با یک نگاه می‌توان جایگاه هر عامل را یافت و میزان خطر یا سود آن عامل را تشخیص داد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، با استفاده از این نمودار، فروشندگان خدمات ابر می‌توانند عمیق‌تر و دقیق‌تر به نیازهای مشتریانشان پی ببرند و اقدامات بازاریابی خود را به سمتی ببرند که در جهت رفع نیازهای اصلی مشتریان خود و جذب مشتریان بیشتر باشد. همچنین این نمودار به مشتریان این امکان را می‌دهد تا بهتر بتوانند مخاطرات و مزایای اطراف تجارت خود را ارزیابی کنند و بهتر تصمیم‌گیری کنند. اما ازآنجا که، در قسمت‌های قبل، عوامل مؤثر در انطباق سازمان‌ها با رایانش ابری مشخص شدند، حال با هدف ارائهٔ چارچوبی برای تعیین جایگاه عوامل فرعی هرکدام از عوامل تعیین‌کنندهٔ روش پیشنهادی، اولاً میزان اثرگذاری آن‌ها و ثانیاً نقش هرکدام از این عوامل فرعی از نظر علت و معلولی مشخص خواهد شد.

۶-۶. انتخاب عوامل تعیین‌کننده

برای استفاده از چارچوب دماتل باید عوامل فرعی هر عامل به‌خوبی استخراج شده باشند و همچنین این عومل فرعی (زیرعامل‌ها) به صورتی باشند که کارشناسان و افراد خبره بتوانند بهسادگی دربارهٔ آنها نظر بدهند. برای تحلیل عوامل نمونه مطالعه‌هایی انتخاب شد و نظر مدیران بخش‌های مختلف، دربارهٔ تأثیرات متقابل زیرعامل‌ها، نیز استفاده شد. این مدیران در بخش فناوری اطلاعات سازمان و همچنین در شرکت‌های ارائه‌کنندهٔ خدمات رایانش ابر فعالیت می‌کنند.

با استفاده از مطالعات و مصاحبه‌های صورت‌گرفته با افراد خبرهٔ حوزهٔ فناوری، مزایای زیر در حوزهٔ رایانش ابری استخراج گردید: B1 (بهره‌برداری[1])، B2 (بازیابی حادثه و تداوم خدمات[2])، B3 (کاهش خرابی[3])، B4 (امکان حمل با حفظ یکپارچگی[4]) و B5(سهولت مدیریت و اداره‌کردن[5]). در حوزهٔ مخاطرات نیز به همین روش، مواردی یافت شدند: R1 (کنترل و مدیریت امنیتی[6])، R2 (مدیریت تغییرات)، R3 (پیچیدگی مجازی‌سازی[7])، R4 (مهارت‌های ناکافی مجازی‌سازی[8])، R5 (ابزار نظارت و مدیریت[9]) و R6 (نقطهٔ خرابی[10]).

ابتدا باید جدول اولیه را تشکیل داد. برای این کار از مدیران شرکت ارائهکنندهٔ خدمات رایانش ابری درخواست شد تا به اثر هرکدام از این منافع و مخاطرات در بازهٔ ۰ تا ۴ امتیاز بدهند. سپس با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای D+R و D-R (جداول ۸ و ۹) که در قسمت ۳-۳ توضیح داده شد، موقعیت آن‌ها در نمودار علت و معلول مشخص می‌شود؛ البته برای اینکه مقادیر مخاطرات دقیقاً در سمت چپ نمودار قرار بگیرد، مقدار D+R در منفی ضرب می‌شود.

۷. تحلیل نتایج

زمانی که مقادیر D+R و D-R برای هریک از زیرعامل‌های مزیت و مخاطرهٔ رایانش ابری مشخص گردید و جایگاه هرکدام از آن‌ها در نمودار علت- معلول مشخص شد، می‌توان به تحلیل هریک از آن‌ها پرداخت. برای تحلیل سودها و مخاطرات، باید به این مسئله توجه کرد که کدام‌یک در بالای محور افقی قرار گرفته‌اند. در شکل ۱۰، B3 در بالای محور افقی قرار گرفته است. این امر بدین معناست که برای سرویس رایانش ابری، بیشترین سود از جانب کاهش خرابی است. بر اساس این تحلیل، برای مؤسسات فناوری اطلاعاتی که می‌خواهند از سرویس رایانش

جدول ۸: جدول اولیهٔ مربوط به سود

عوامل	بهره‌برداری	بازیابی حادثه و تداوم خدمات	کاهش خرابی	امکان حمل با حفظ یکپارچگی	مدیریت ساده
بهره‌برداری	۰	۲	۰	۱	۳
بازیابی حادثه و تداوم خدمات	۳	۰	۰	۰	۲
کاهش خرابی	۲	۳	۰	۱	۴
امکان حمل با حفظ یکپارچگی	۱	۰	۰	۰	۱
مدیریت ساده	۲	۱	۰	۰	۰

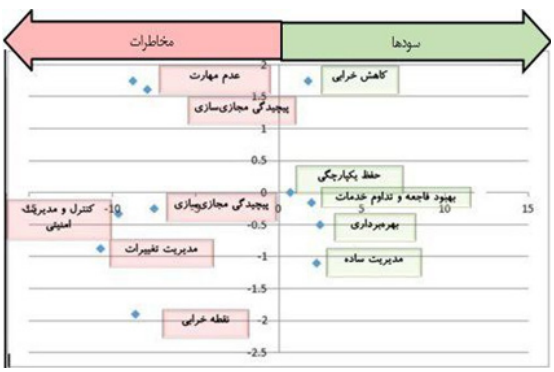
1. Consolidation/Utilization
2. Disaster recovery and service continuity
3. Reduce downtime
4. Make seamless portability possible
5. Ease of management and administration
6. Security administration, management and control
7. Virtualization complexity
8. Insufficient virtualization skills
9. Management & monitoring tools
10. Single point of failure

جدول ۹: جدول اولیهٔ مربوط به مخاطره

عوامل	کنترل و مدیریت امنیتی	مدیریت تغییرات	پیچیدگی مجازی‌سازی	عدم مهارت	ابزار نظارتی	نقطهٔ خرابی
کنترل و مدیریت امنیتی	۰	۲	۰	۲	۴	۳
مدیریت تغییرات	۲	۰	۳	۲	۲	۲
پیچیدگی مجازی‌سازی	۱	۳	۰	۴	۰	۲
عدم مهارت	۳	۴	۰	۰	۲	۳
ابزار نظارتی	۲	۳	۱	۰	۰	۲
نقطهٔ خرابی	۳	۲	۲	۰	۰	۰

ابری استفاده کنند، بیشترین سود در کاهش خرابی‌ها است؛ همچنین نشان می‌دهد عمدهٔ سود حاصل به‌واسطهٔ مسائل فنی است. همان‌طور که در شکل ۱۰ مشخص است، در بین مخاطرات، R4 و R3 از بقیه خطرناک‌تر هستند؛ در واقع از آنجا که در ربع دوم قرارگرفته‌اند، جزو مخاطرات علت هستند که این نشان‌دهندهٔ خطرناک‌بودن آن‌هاست. پس با توجه به این خروجی‌ها، اگر شرکت‌های فناوری اطلاعات بخواهند دربارهٔ سرویس رایانش ابری تصمیم‌گیری کنند، باید بیش از همه به این دو مخاطره توجه کنند. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که همهٔ این مخاطرات، مربوط به مسائل فنی است. همچنین مهمترین مخاطره‌ای که ممکن است سرویس رایانش ابری را با مشکل مواجه کند، به مسئلهٔ آموزش و مهارت کافی مربوط است.

می‌دانیم یکی از ویژگی‌هایی که باعث جذابیت یک فناوری جدید می‌شود، سهولتِ استفاده است. به همین سبب در مدل پیشنهادی این پژوهش، بُعدی به نام راحتیِ استفاده نیز وجود دارد. مخاطرهٔ خطرناک بعدی، پیچیدگی این سرویس را نشان می‌دهد و مفهوم آن این است که به علت عدم راحتیِ استفاده، مخاطرهٔ این سرویس در این زمینه زیاد است.



شکل ۱۰: نمودار مخاطرات و سود

نتیجه‌گیری

رایانش ابری برای سازمان‌ها و شرکت‌های تجاری، فرصت‌های بسیار زیادی را فراهم می‌کند و این سازمان‌ها، با بررسی عوامل مختلف پیشرو خود، می‌توانند به سود زیادی دست پیدا کنند. به عبارت دیگر، برای انطباق با رایانش ابری باید موانع سر راه را شناسایی و، تا حد امکان، آن‌ها را برطرف کنند. بر اساس مطالعات انجام‌شده و همچنین مصاحبه با کارشناسان و افراد خبره، چندین عامل به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده و مؤثر در انطباق با رایانش ابری استخراج گردید.

در مدل ارائه‌شده در این پژوهش، رابطه‌هایی بین عوامل در نظر گرفته شد که حاصل بررسی مطالعات پیشین و مصاحبه با افراد خبره است. پس از تحلیل عاملی تأییدی، برخی از شاخصه‌هایی که برای عوامل اصلی مدل در نظر گرفته بودیم، با توجه به اینکه کمتر از حد نصاب بودند، حذف شدند. حداقل حد نصاب برای عوامل ۰/۳ تا ۰/۵ است.

برای عامل مجازی‌سازی، سودها و مخاطرات در نموداری واحد ترسیم شدند؛ به‌طوری‌که مزایا در ربع اول و چهارم و مخاطرات در ربع دوم و سوم قرار گرفتند. از آنجا که این نتایج، مبتنی بر آرای متخصصان حوزهٔ فناوری اطلاعات و رایانش ابری است، از اعتبار بالایی برخوردار است. در بین مخاطرات، R4 (عدم مهارت) و R3 (پیچیدگی مجازی‌سازی) از بقیهٔ مخاطرات خطرناک‌تر هستند. یعنی در واقع، از آنجا که در ربع دوم قرار گرفته‌اند، جزو مخاطرات علت هستند که این امر، نشان‌دهندهٔ خطرناک‌بودن آن‌هاست. پس با توجه به این خروجی‌ها، اگر شرکت‌های فناوری اطلاعات بخواهند دربارهٔ سرویس رایانش ابری تصمیم‌گیری کنند، باید بیش از همه به این دو مخاطره توجه کنند. نکته‌ای که باید به آن توجه کرد، این است که همهٔ این مخاطرات، به مسائل فنی مربوط می‌شوند. اینکه مخاطرهٔ چهارم به عدم مهارت کافی در زمینهٔ مجازی‌سازی مربوط است، نشان می‌دهد خطرناک‌ترین عاملی که سرویس مجازی‌سازی را با مشکل مواجه می‌کند، مسئلهٔ آموزش و مهارت کافی است.

B3 (کاهش خرابی) در بالای محور افقی قرار گرفته است. این امر بدین معناست که در سرویس مجازی‌سازی، بیشترین سود از طریق کاهش خرابی حاصل می‌شود. بنابراین، بر اساس این تحلیل، مؤسسات فناوریِ اطلاعاتی که می‌خواهند از سرویس مجازی‌سازی رایانش ابری استفاده کنند، میتوانند میزان خرابی خود را کاهش دهند و عمدهٔ سود با توجه به مسائل فنی حاصل می‌شود.

کارهای آینده

در این پژوهش، مدلی مفهومی برای انطباق با رایانش ابری، بر اساس عوامل اثرگذار بر آن، ارائه شد و با توجه به روابط موجود میان این عوامل، معیارهایی برای سنجش آن استخراج گردید. این روابط بر اساس دیدگاه‌های کارشناسان جامعهٔ فناوری اطلاعات استخراج شده است؛ از این رو به نظر می‌رسد فقط پاسخ‌گوی همین حوزه باشد. بررسی اینکه آیا در جوامع دیگر، مانند حوزه‌های پزشکی، دانشگاهی، بانکی و... نیز می‌توان از آن استفاده کرد، یکی از کارهای آینده این پژوهش خواهد بود.

روش دماتل، عوامل را در سطح خرد بررسی و تحلیل می‌کند و از آنجایی‌که مدل TAM به مسائل از بالا می‌نگرد، یکی از کارهای آینده می‌تواند ترکیب این دو روش با هم باشد. این کار سبب می‌شود بتوان یک عامل را که ممکن است با مخاطره یا سود باشد در سطح جزء و کلان بررسی کرد و در این صورت تصمیم‌گیری دربارهٔ آن عامل بسیار آسان‌تر خواهد بود.

منابع

Archana, S. (2012). Data Management and Deployment of Cloud Applications in Financial Institutions and its Adoption Challenges. *International Journal of Scientific & Technology*, 1 (1), 25-31.

Behrend, S., Wiebe, E., London, J., Johson, E.(2011). Cloud computing adoption and usage in community colleges. *Behaviour & Information Technology*, 30 (2), 231-240.

Chaves, D., Westphall, C. B., Lamin, F. R. (2010). SLA Perspective in Security Management for Cloud Computing. *6th International Conference on Networking and Services* (ICNS), 212–217.

Dawoud, W., Takouna, I., Meinel, C. (2010). Infrastructure as a service security: Challenges and solutions. *7th International Conference on Informatics and Systems (INFOS)*.

Ho, W. R. J., Tsai, C. L., Tzeng, G. H., Fang, S. K. (2011). Combined DEMATEL technique with a novel MCDM model for exploring portfolio selection based on CAPM. *Expert Systems with Applications*, 38 (1), 16–25.

Jensen, M., Schwenk, J., Gruschka, N., Iacono, L. L. (2009). On Technical Security Issues in Cloud Computing. *IEEE International Conference on Cloud Computing.*

Kaufman, L. M. (2009). Data Security in the World of Cloud Computing. *IEEE Security Privacy*, (4) 7, 61–64.

Kuyoro, S. O., Ibikunle, F., Awodele, O. (2011). Cloud computing security issues and challenges. *International Journal of Computer Networks* (IJCN), 3 (5), 247 – 255.

Omotunde, A. A., Awodele, O. (2013). Survey of Cloud Computing Issues at Implementation Level. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 4 (1), 91-96.

Qiang, Z., Dong, C. (2009). Enhance the User Data Privacy for SAAS by Separation of Data, *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering.*

Ronnie, T. (2012). *Cloud computing in Singapore: Business Transformation with Cloud*. Info-communications Development Authority of Singapore, ISBN: 978-9810716929.

Ross, V. W. (2010). *Factors influencing the adoption of cloud computing by decision making managers, Dissertation*, Capella University.

Roudbari, R. B., Zarkandi, S., Ghaziani, K. (2015). *Engineering Statistics and Probability, Dynamic new publication, first edition*, Novin Pouya. (in Persian)

Schwarz, A., Jayatilaka, B., Hirschheim, R., Goles, T. (2009). A Conjoint Approach to Understanding IT Application Services Outsourcing. *Journal of the AIS*, 10 (10), 748–781.

Terence, H. L. (2015). *Regression Analysis of Cloud Computing Adoption for U.S. Hospitals.* Walden University: LAP LAMBERT Academic Publishing, ISBN: 978-3659774881.

Walsh, K. R. (2003). Analyzing the Application ASP Concept: Technologies, Economies, and Strategies, *Communications of the ACM*, 46 (8), 103-107.

Wang, C., Wang, Q., Ren, K., Lou, W. (2010). Ensuring data storage security in Cloud Computing, *17th International Workshop on Quality of Service (IWQoS), Charleston,* USA.