فرهنگ ایلام

فصلنامه علمی

شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام با استفاده از تکنیک دلفی فازی

سبحان‌علی‌اکبری[1]
فرهاد وفایی[2]
فرشید نمامیان[3]

چکیده

استفاده از فناوری‌های نوین در صنایع از مدت‌ها پیش در کشورهای توسعه‌یافته آغاز شده است. یکی از این فناوری‌ها اینترنت اشیا می‌باشد. رهبران اینترنت اشیا برای ایجاد بستر فرهنگی نوآوری باید از مردم شروع کنند. اینترنت اشیا حاصل تکامل در فناوری اینترنت است که امکان اتصال اشیا به هم را فراهم می‌سازد و می‌تواند به شکلی گسترده فرایندها و نحوهٔ خدمات‌دهی را تغییر دهد. با وجود کاربردهای فراوان اینترنت اشیا در صنعت، موانع زیادی بر سر راه استقرار آن قرار دارد. در این مقاله ابتدا به شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام، اعم از موانع اقتصادی، فرهنگی، مالی، فنی و ... با استفاده از تکنیک دلفی فازی پرداخته شد؛ سپس روابط بین آنها با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری مورد سنجش قرار گرفت. جامعهٔ آماری پژوهش ۱۵ نفر از خبرگان آشنا به موضوع بودند. ۱۶ مانع به عنوان موانع اصلی به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام شناسایی شد و ارتباط بین آنها در ۶ سطح طبقه‌بندی و در یک شبکهٔ تعاملی ترسیم گردید؛ درنتیجهٔ نبود سه عامل حمایت‌های دولت، تحریم و عدم ارتباط و کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان در بالاترین سطح قرار گرفتند، فرهنگ‌سازی در سازمان‌ها یکی از راهکارهای رفع این موانع است.

واژگان کلیدی: اینترنت اشیا، موانع، صنایع کوچک و متوسط، ایلام.

۱. گروه مدیریت، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
۲. گروه مدیریت بازرگانی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کردستان (نویسندهٔ مسئول)
۳. گروه مدیریت، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

Sobhan64@hootmail.com
F.Vafaie@uok.ac.ir
farshidnamamian@gmail.com

۹۸
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

مقدمه

قرن بیست و یکم شاهد تغییرات سریعی در فناوری، صنعت و الگوهای اجتماعی بوده است. بیشتر صنایع به سمت اتوماسیون حرکت کرده‌اند و دخالت انسان کاهش یافته است. این امر به انقلابی در صنایع به نام انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) منجر شده که به شدت به اینترنت اشیا [1](IoT) و شبکه‌های حسگر بی‌سیم متکی است. اینترنت اشیا و شبکه‌های حسگر بی‌سیم[2] در سیستم‌های کنترلی مختلف، از جمله نظارت بر محیط، اتوماسیون خانگی و تشخیص حملات شیمیایی/ بیولوژیکی استفاده می‌شوند (مجید[3] و همکاران، ۲۰۲۲: ۳۶).

فناوری‌های هوشمند نقش مهمی در رشد اقتصادی پایدار دارند و خانه‌ها، ادارات، کارخانه‌ها و حتی شهرها را بدون دخالت انسان به سیستم‌های خودمختار و خودکنترل تبدیل می‌کنند (کورو[4] و همکاران، ۲۰۱۵: ۵۵). این روند اتوماسیون مدرن و استفادهٔ روزافزون از فناوری‌های پیشرفته، اقتصاد جهان را تقویت می‌کند. اینترنت اشیا و شبکه‌های حسگر بی‌سیم نقشی حیاتی در این مدرن‌سازی دارند (اشیبانی و محمود[5] ، ۲۰۱۷: ۸۴).

با توجه به پیشرفت‌ها و نوآوری‌های متوالی فناوری، چشم‌انداز صنعتی جهانی در سال‌های گذشته به شدت تغییر کرده است. هدف انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰)، تبدیل صنایع سنتی به صنایع هوشمند با ترکیب فناوری‌های نوآورانه است. این انقلاب امکان ادغام دارایی‌های فیزیکی را در فرآیندهای دیجیتالی و فیزیکی در هم تنیده فراهم می‌کند؛ در نتیجه کارخانه‌های هوشمند و محیط‌های تولیدی هوشمند را ایجاد می‌نماید. اینترنت اشیا یک فناوری به سرعت در حال رشد است که به شدت به تحقق صنعت ۴,۰ کمک کرده است، به دنبال نفوذ در محیط روزمره و اشیاء آن است، دنیای فیزیکی را به دنیای دیجیتال مرتبط می‌کند و به افراد و «اشیا» اجازه می‌دهد در هر زمان و هر مکانی، با هر چیزی و هر کسی که به طور ایده‌آل از هر شبکه و سرویسی استفاده می‌کند، متصل شوند. اینترنت اشیا یک شبکهٔ پویا و جهانی از «دستگاه‌های» به هم پیوسته، منحصر به فرد و قابل آدرس‌دهی است که بر اساس پروتکل‌های ارتباطی استاندارد با قابلیت همکاری و خودپیکربندی در نظر گرفته می‌شود. صنعت نسل ۴ و اینترنت اشیا علی‌رغم اینکه هنوز در مراحل اولیهٔ توسعه، پذیرش و پیاده‌سازی قرار دارند، می‌توانند راه‌حل‌ها، برنامه‌ها و خدمات معاصر زیادی را ارائه دهند؛ از این رو، کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشند و در آیندهٔ نزدیک فرصت‌ها و مزایای شخصی، شغلی و اقتصادی قابل توجهی را به همراه خواهند داشت (جرجیاس و کرستین[6] ، ۲۰۱۹: اصلاح شود

امروزه اینترنت یکی از فناوری‌های در حال گسترش و در حال تغییر است و در سراسر جهان محبوبیت دارد. اینترنت اشیا(IoT) سیستمی است که شامل یک دستگاه، یک حسگر، یک شبکه، فضای ذخیره‌سازی ابری و یک برنامهٔ کاربردی است. هر رابط برای برقراری ارتباط با دستگاه دیگر از طریق اینترنت برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات و دستیابی به اهداف خاص است.

1. Internet of Things
2. Wireless Sensor Network (WSN)
3. Majid
4. Khorov
5. Ashibani & Mahmoud
6. Georgios& Kerstin

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

اینترنت اشیا (IoT) به عنوان یک فناوری جدید در زمینه‌های مختلف در سراسر جهان مورد توجه قرار می‌گیرد (النزیری و الکراوی[1] ، ۲۰۲۳: ۲۲۰). این فناوری نشان‌دهندهٔ «اکوسیستمی است که در آن برنامه‌ها و خدمات توسط داده‌های جمع‌آوری‌شده از دستگاه‌هایی که دنیای فیزیکی را حس می‌کنند و با آن ارتباط برقرار می‌نمایند، هدایت می‌شوند. چندین فناوری در چند سال گذشته برای شکل‌دهی به اینترنت اشیا به هم نزدیک شده‌اند. اینترنت اشیا فناوری‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را ترکیب می‌کند. سخت‌افزار متشکل از دستگاه‌های متصلی است که از حسگرهای ساده گرفته تا گوشی‌های هوشمند و دستگاه‌های پوشیدنی را شامل می‌شود؛ همچنین شامل شبکه‌هایی مانند تکامل 4G، وای‌فای و بلوتوث است که آنها را به هم مرتبط می‌کنند. اجزای نرم‌افزار نیز شامل پلتفرم‌های ذخیره‌سازی داده‌ها و برنامه‌های تحلیلی است که اطلاعات را به کاربران ارائه می‌کند؛ با این حال، زمانی که این مؤلفه‌ها برای ارائهٔ خدمات ترکیب می‌شوند، ارزش واقعی برای مشاغل، مصرف‌کنندگان و دولت‌ها ایجاد می‌شود (اسپینوزا[2] و همکاران، ۲۰۲۰: ۳۲). یکی از روش‌های امیدوارکننده برای کاهش مشکلات، استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا (IOT) و هوشمندسازی سیستم‌هاست. در سال‌های اخیر، استفاده از فناوری‌های مبتنی بر اینترنت، پس از معرفی برخی مفاهیم جدید، مانند سیارهٔ هوشمند، شهر هوشمند، کارخانهٔ هوشمند و ... رواج یافته است (بین و همکاران، ۲۰۱۶: ۵). مکنزی[3] (۲۰۱۵: ۱۳۶) در تحقیقات خود بیان داشت که تأثیر مالی اینترنت اشیا بر اقتصاد جهانی ممکن است تا سال ۲۰۲۵ به ۳,۹ تا ۱۱,۱ تریلیون دلار برسد.

نوآوری‌هایی که از فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا استفاده می‌کنند، می‌توانند الهام‌بخش بسیاری از تغییرات مثبت در سازمان‌ها باشند؛ اما چالش‌هایی را نیز به همراه دارند. برای ایجاد بستر فرهنگی نوآوری، رهبران اینترنت اشیا باید از مردم شروع کنند. آنها باید کارکنان را با فرصت‌هایی درگیر کنند تا آزادانه در مورد چگونگی بهبود فرآیند، محصول و ارزش مشتری فکر کنند و مسئولیت‌پذیری و به رسمیت شناختن دستاوردها را به اشتراک بگذارند. از آنجایی که سازمان‌ها با نیروهای اقتصادی و رقابتی بسیار پویا و عدم اطمینان در دنیای پس از همه‌گیری دست و پنجه نرم می‌کنند، نوآوری بیش از هر زمان دیگری حیاتی است. رهبران IoT از رابطه‌های بدون تماس گرفته تا گزینه‌های دورکاری، در حال رقابت با کاربردهای نوآورانهٔ تکنولوژی هستند. اگرچه کارشناسان فناوری ممکن است نوآوری را از دریچهٔ فناوری‌های پیشرفته ببینند؛ اما این تنها یک تلاش فناورانه نیست؛ بلکه یک تلاش انسانی است که برخاسته از ضرورت، زمینه و همکاری و مستلزم تغییر فرهنگی در نحوهٔ توانمندسازی سازمان‌ها و کارکنان و تغییر جهت به سمت تاب‌آوری است. فرهنگ نوآوری اینترنت اشیا، ایده‌پردازی و آزمایش را تشویق می‌کند. حتی بهترین ایده‌ها نیز بدون رهبری می‌توانند منجر به رکود شوند؛ زیرا نوآوری باید به عنوان یک تکامل درک شود، نه یک مقصد (گروپمن و اینسایت[4] ، ۲۰۲۰: ۱).

تحقیقات مربوط به اینترنت اشیا و گفتمان‌های سیاست عمومی اغلب بر جنبه‌های فنی و

1. Alenizi& Al-Karawi
2. Espinoza
3. McKinse
4. Insights & Groopman

اقتصادی مانند زیرساخت، پروتکل، امنیت، حریم خصوصی یا پتانسیل آن برای ایجاد شغل و افزایش سود شرکت تمرکز داشته‌اند؛ اما محققان زیادی این برنامهٔ تحقیقاتی را گسترش داده‌اند تا تجربیات فنی – اجتماعی را که دستگاه‌های IoT با مطالعهٔ ترتیبات اجتماعی افراد و فناوری در زندگی روزمره به وجود می‌آورند، در بر گیرد. آنها نشان می‌دهند که چگونه نوآوری اینترنت اشیا می‌تواند فراتر از ابزارها به میانجی‌گری روابط اجتماعی انسانی برود. هوک این استدلال را یک قدم جلوتر می‌برد و با اشاره به اقدامات کشور سوئد استدلال می‌کند که بر اساس چنین دیدگاهی، اینترنت اشیا نه تنها محصول فناوری؛ بلکه یک محصول فرهنگی است که هم بازتاب و هم تداوم فرهنگی معین است (باردزل[1] و همکاران، ۲۰۱۹: ۶).

امروزه بیش از ۷ میلیارد دستگاه اینترنت اشیاء متصل وجود دارد که کارشناسان انتظار دارند این تعداد تا سال ۲۰۲۵ به ۲۲ میلیارد برسد. در چند سال گذشته، اینترنت اشیا به یکی از مهمترین فناوری‌های قرن بیست و یکم تبدیل شده است (وب سایت اوراکل، ۲۰۲۰). اکنون که می‌توان اشیاء روزمره، وسایل آشپزخانه، ماشین‌ها، ترموستات‌ها، مانیتورهای کودک و ... را از طریق دستگاه‌های تعبیه‌شده به اینترنت متصل کرد، ارتباط یکپارچهٔ بین افراد، فرآیندها و چیزها امکان‌پذیر است. با استفاده از محاسبات کم‌هزینه، پردازش ابری، داده‌های حجیم، تجزیه و تحلیل و فناوری‌های موبایل، اشیاء فیزیکی می‌توانند داده‌ها را با کمترین مداخلهٔ انسانی به اشتراک بگذارند و جمع‌آوری کنند. در این دنیای بیش از حد متصل، سیستم‌های دیجیتال می‌توانند هرگونه تعامل بین اشیاء متصل را ضبط، نظارت و تنظیم کنند. دنیای فیزیکی با دنیای دیجیتال ملاقات می‌کند و همکاری می‌کنند (www.oracle.com).

اینترنت اشیا یا همان IoT از مباحثی است که بسیاری از دوستداران تکنولوژی و نوآوری را به خود مشغول کرده و به یکی از پرطرفدارترین زمینه‌های کامپیوتری تبدیل شده است. این فناوری می‌تواند از لحاظ اقتصادی و حتی به منظور جلوگیری از اتلاف وقت، کمک‌حال مردم باشد؛ همچنین نویدبخش آینده‌ای بهره‌ور و آسوده است و یقیناً روش تعامل تمام کسب و کارها، دولت‌ها و مصرف‌کنندگان را با دنیای فیزیکی تغییر خواهد داد (http://www.shelerco.com).

می‌توان از اینترنت اشیا در صنایع مختلفی نظیر تولید، کشاورزی، حمل و نقل، بهداشت، درمان و سلامت، آب، برق و گاز استفاده کرد و بهره‌وری را در آنها به طرز قابل توجهی بهبود بخشید. انتظار می‌رود اینترنت اشیا به عنوان یک فناوری در حال ظهور، راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای را برای تغییر عملکرد و نقش بسیاری از سیستم‌های صنعتی موجود مانند سیستم‌های حمل و نقل و سیستم‌های تولیدی ارائه دهد (دا زو[2] و همکاران، ۲۰۱۴: ۲۲۳۶).

در پژوهش زرگر (۱۳۹۸) با عنوان «ارزیابی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در کتابخانه‌های ایران بر اساس یک رویکرد ترکیبی»، موانع استقرار اینترنت اشیا در کتابخانه‌ها از طریق مرور مبانی نظری و تجربی مرتبط با تحقیق استخراج گردید و با بهره‌گیری از نظر خبرگان و با روش گروه کانونی در قالب عوامل مالی، امنیتی، انسانی و زیرساخت دسته‌بندی شد؛ سپس با استفاده از روش دیماتل، ارتباط میان عوامل مشخص گردید و با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای، این موانع رتبه‌بندی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که برای استقرار اینترنت اشیا

1. Bardzell
2. . Da Xu

در کتابخانه‌های ایران، مانع امنیت در رتبهٔ اول و موانع زیرساختی، مالی و انسانی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

فلاحی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله خود با عنوان «تحلیل موانع کلیدی کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران (روش تحلیل ساختاری)» به شناسایی چالش‌های اصلی کاربرد اینترنت اشیا و درک رابطهٔ بین این چالش‌ها برای حمایت از توسعهٔ شهرهای هوشمند در ایران پرداختند. در این پژوهش، ابتدا ۱۴ چالش عمده بر اساس ادبیات داخلی و خارجی استخراج گردید؛ سپس با استفاده از تکنیک SWARA به اولویت‌بندی چالش‌ها پرداخته شد و فعل و انفعالات زمینه‌ای بین چالش‌ها، شناسایی و اهمیت آنها با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری ISM تعیین گردید. طبق یافته‌های تحقیق، چالش‌ها در روش ساختاری تفسیری در ۶ سطح ترازبندی شدند و عدم وجود سیاست‌ها، چشم‌اندازها و دستورالعمل‌های نظارتی، هزینهٔ بالای آموزشی، عملیاتی و نگهداری، نابرابری (اجتماعی)، عدم شفافیت و مسئولیت، فقدان دانش فنی در بین برنامه‌ریزان، ضعف زیرساخت فناوری و کمبود هوشمندی به عنوان متغیرهای تأثیرگذار و کلیدی مطالعه شناخته شدند.

شفیعی (۱۳۹۴) در پژوهش خود، چالش‌های فراروی توسعهٔ فناوری اینترنت اشیا را بررسی کرده و در این مقالهٔ مروری، به بررسی تهدیدات امنیتی و ایجاد شکاف دیجیتالی ناشی از استفاده از اینترنت اشیا پرداخته است.

ساچین و همکاران (۲۰۱۹) در مقالهٔ خود با عنوان «مدل‌سازی موانع پذیرش اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین خرده‌فروشی مواد غذایی» تلاش کردند موانع مختلفی که بر پذیرش اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین خرده‌فروشی در کشور هند تأثیر می‌گذارد را شناسایی کنند و وابستگی‌های متقابل بین عوامل را با استفاده از روش دو مرحله‌ای یکپارچه ISM و DEMATEL نشان دهند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که فقدان مقررات دولتی و زیرساخت ضعیف اینترنت به عنوان محرک‌هایی مهم برای پذیرش اینترنت اشیا شناخته شدند.

شاشانک[1] و همکاران (۲۰۲۲) با هدف ارائهٔ یک چارچوب مفهومی برای کاهش تأثیر موانع پذیرش اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین غذایی، به بررسی موانع پذیرش بلاک چین و اینترنت اشیاء یکپارچه در صنعت و زنجیرهٔ تأمین مواد غذایی پرداختند. در پژوهش آنان، پس از بررسی ادبیات کامل و مشاوره با کارشناسان، ۱۳ مانع کلیدی شناسایی گردید و با استفاده از روش‌های مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) و ارزیابی تصمیم‌گیری (DEMATEL) بین موانع ارتباط برقرار شد. تجزیه و تحلیل نشان داد که فقدان مقررات دولتی و شایستگی پایین کارگران به طور قابل توجهی بر پذیرش اینترنت اشیا تأثیر می‌گذارد.

طباطبایی[2] و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان «بررسی موانع به‌کارگیری فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در مدیریت ایمنی سایت‌های ساختمانی در کشور مالزی»، پس از بررسی ادبیات موجود به طور گسترده و مصاحبه با ۹ متخصص، ۱۸ مانع را شناسایی کردند؛ سپس از روش دلفی فازی برای محاسبهٔ وزن‌های اهمیت موانع شناسایی‌شده و اولویت‌بندی آنها از طریق لنز کارشناسان خبره در هنگ‌کنگ استفاده نمودند و یافته‌ها را با استفاده از مصاحبه‌های

1. Shashank
2. Tabatabae

نیمه‌ساختاریافته اعتبارسنجی کردند. یافته‌های پژوهش آنان نشان داد که «کاهش بهره‌وری ناشی از سنسورهای پوشیدنی»، «نیاز به آموزش فنی» و «نیاز به نظارت مستمر»، مهمترین موانع و «محدودیت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و عدم استانداردسازی در تلاش‌ها»، «نیاز به نور مناسب برای عملکرد روان» و «خطرات ایمنی» کمترین موانع بودند.

دیسینگ[1] (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان «موانع پذیرش اینترنت اشیا در صنعت بهداشت و درمان هند» انجام داد که هدف آن، شناسایی و تجزیه و تحلیل موانع بالقوه‌ای بود که صنعت مراقبت‌های بهداشتی را از پذیرش اینترنت اشیا باز می‌داشت. بر اساس بررسی ادبیات و طوفان فکری کارشناسان صنعت و دانشگاه، ۱۴ مانع برای پذیرش اینترنت اشیا شناسایی شد. رابطهٔ زمینه‌ای بین موانع شناسایی‌شده با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری توسعه داده شد و نتایج به‌دست‌آمده به عنوان ورودی به تحلیل MICMAC فازی برای تعیین قدرت محرک و وابستگی موانع پذیرش اینترنت اشیا استفاده گردید؛ درنتیجه استانداردهای قانونی و نظارتی و فقدان زیرساخت فناوری اطلاعات، موانع اصلی تأثیرگذار بر پذیرش اینترنت اشیا در زنجیرهٔ تأمین بهداشت و درمان بودند.

عمر[2] و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش خود با عنوان «موانع پیاده‌سازی هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در صنعت ساخت‌وساز مالزی»، به بررسی موانع پیاده‌سازی در بین بازیگران ساخت‌وساز مالزی پرداختند. برای جمع‌آوری داده‌های این پژوهش از پرسشنامه استفاده گردید و داده‌ها با استفاده از PLS-SEM تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد که از ۳۹ سازه، ۳۱ سازه تحت گزارهٔ بسیار درست قرار گرفتند.

صنایع کوچک و متوسط جزو اصلی‌ترین بخش‌های اقتصاد هر کشوری هستند و سهم بسزایی در اشتغال و درآمد کشور را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به تغییرات دنیای کنونی و درنتیجهٔ آن، تغییر در نیازهای مشتریان، ضرورت و اهمیت تولید سفارشی، انعطاف‌پذیر و سریع در راستای افزایش کیفیت و مشتری‌مداری بیش از پیش گردیده است و توسعهٔ صنایع کوچک و متوسط می‌تواند به تحقق این مهم کمک شایانی نماید. استفاده از تکنولوژی‌های روز دنیا و اینترنت اشیا می‌تواند علاوه بر بالابردن سرعت تولید، انعطاف‌پذیری، کاهش خطا، کاهش ضایعات، حذف تأخیرها، افزایش امنیت و ... به ایجاد مزیت و افزایش توان رقابتی منجر گردد. اینترنت اشیا یکی از قابلیت‌های جدید دنیای الکترونیکی و کامپیوتری است که می‌تواند سازمان‌ها را به سمت اتوماتیک شدن و تمام‌وقت شدن سوق دهد. کشور ما نیز برای حرکت به سوی دنیای نوین صنعتی نیازمند بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوظهور است؛ بنابراین این پژوهش بر آن است تا موانع به‌کارگیری استفاده از اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط را شناسایی کند و پس از شناخت، راه حلی برای حذف موانع و امکان‌پذیری بهره‌گیری از این فناوری را ارائه دهد.

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به اهمیت و ماهیت موضوع، در این پژوهش از رویکرد پژوهش کیفی استفاده شده است. پژوهشگر ابتدا موضوع پژوهش را با شرکت‌کنندگان محدود بررسی کرد؛ سپس بر مبنای یافته‌های کیفی نسبت به ساخت ابزار مناسب و مورد نظر اقدام نمود. استفاده از پنل نخبگان دانشگاهی و خبرگان

1. . Desingh
2. Omar

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

باتجربـه در حـوزهٔ پژوهـش و کسـب آرا و عقایـد آنها طی مراحلـی از طریق مصاحبـه و روش دلفی فازی، روش جمـع‌آوری داده‌هـای ایـن پژوهـش اسـت. در این پژوهش ابتدا به بررسـی ادبیات و پیشـینهٔ پژوهش پرداختـه شـد؛ سـپس با گروهی از خبرگان مصاحبهٔ نیمه‌سـاختاریافته انجـام گرفت و کدگـذاری مربوط به ایـن مرحلـه انجـام شـد. در مرحلهٔ بعـدی خروجی ایـن کدگذاری‌هـا به وسـیلهٔ روش دلفی فازی توسـط خبـرگان انجـام گرفت. پس از شناسـایی موانع از طریق مصاحبه و روش دلفی فازی، از تکنیک مدل‌سـازی سـاختاری تفسـیری برای سـنجش روابـط میان موانـع به‌کارگیری اینترنت اشـیا در شـرکت‌های کوچک و متوسـط اسـتان ایـلام به صورت دوبـه‌دو به منظور سـطح‌بندی و تعیین روابط مفهومی مابین شـاخص‌های پژوهش اسـتفاده شـد. مدل‌سـازی تفسـیری سـاختاری در تشـخیص روابـط درونی عناصـر کمک می‌کند و روشـی مناسـب بـرای تجزیـه و تحلیـل تأثیـر یک عنصـر بر عناصـر دیگر اسـت؛ همچنیـن می‌تواند به اولویت‌بنـدی و تعییـن سـطح عناصـر یـک سیسـتم اقـدام کند کـه این امـر در جهـت اجرای بهتـر روش طراحی‌شـده، کمـک بسـیار شـایانی برای مدیران اسـت (مشـبکی و خلیلـی شـجاعی، ۱۳۹۳: ۴۳). تکنیک ISM بـه ایـن دلیـل تفسـیری می‌باشـد کـه این امـر یک قضاوت گروهی اسـت و مشـخص می‌کنـد کدام عوامل و چگونه با یکدیگر در ارتباط باشـند؛ سـاختاری اسـت؛ چراکه یک سـاختار کلی از مجموعه‌ای از روابـط به‌دسـت‌آمده در بیـن عوامل مختلف اسـتخراج می‌شـود. در نهایـت، این روش یک نوع مدل‌سـازی اسـت؛ چراکـه روابـط خـاص شناسایی‌شـده بیـن عوامـل و نیـز سـاختار کلـی ترسیم‌شـده، در یـک مدل، پیاده‌سـازی و عرضه می‌شـود (فیروزجائیـان و فیروزجائیـان، ۱۳۹۲: ۱۴۲).

ایـن پژوهـش از نظـر هـدف، کاربـردی اسـت و بـه لحـاظ پرداختـن بـه مبانـی نظـری مربـوط بـه شناسـایی موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در صنایـع کوچـک و متوسـط اسـتان ایـلام و ارائـهٔ مـدل جامـع و یکپارچـه، بنیـادی تلقـی می‌شـود؛ لـذا می‌تـوان آن را پژوهشـی بنیـادی - کاربـردی دانسـت. از لحـاظ فلسـفه‌های پژوهـش نیـز تفسـیری و از نظـر هـدف، اکتشـافی اسـت. در چنیـن پژوهش‌هایـی کـه به‌طـور عمـده اکتشـافی و بـه دنبـال سـاخت مفاهیـم، مدل‌هـا و چارچوب‌هـا هسـتند، اغلـب یافته‌هایـی نهایـی از پیـش معلـوم نیسـتند.

در مرحلـهٔ اول، مطالعـهٔ مقدماتـی مبانـی نظـری در حـوزهٔ موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در صنایع کوچـک و متوسـط اسـتان ایـلام انجـام شـد و ادبیـات پژوهـش بـا توجـه بـه پژوهش‌هـای داخلـی و خارجـی بررسـی گردیـد و برخـی از موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در صنایـع کوچـک و متوسـط اسـتان ایـلام تدویـن شـد. بـه دلیـل نبـود الگوهـای جامـع و بومـی در شناسـایی موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در صنایـع، بررسـی آن از دیـدگاه خبـرگان و متخصصـان می‌توانـد در شناسـایی و تدویـن موانـع مفیـد باشـد. در تحقیقـات کیفـی، مصاحبهٔ جامـع یا گفتگـوی هدفدار یکـی از روش‌های شـناخته شـده اسـت کـه بـرای جمـع‌آوری داده‌هـا بـه صـورت فزاینـده‌ای مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیـرد. در تحقیـق حاضـر، جهـت شناسـایی موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در صنایـع کوچک و متوسـط اسـتان ایـلام و بـرای تدویـن یـک الگـوی جامـع و بومـی از مصاحبه‌هـای نیمه‌سـاختاریافته بـا خبرگان اسـتفاده شـد. دلیـل اسـتفاده از مصاحبـهٔ نیمه‌سـاختاریافته، امـکان تبـادل نظـرات و افـکار بـود و اینکـه می‌تـوان بحـث و موضـوع مصاحبـه را در جهـت دسـتیابی بـه اهـداف پژوهـش هدایـت کـرد؛ همچنیـن در طول فراینـد مصاحبـه، امـکان مشـاهدهٔ احساسـات مصاحبه‌شـوندگان و رسـیدن بـه باورهـا و اعتقـادات آنـان دربـارهٔ موضـوع پژوهـش وجـود دارد.

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

جامعـهٔ آمـاری در ایـن مرحلـه، خبـرگان دانشـگاهی، اعضـای هیئـت علمـی و اسـاتید، متخصصین و مدیـران واحدهـای صنعتـی آشـنا با حـوزهٔ اینترنـت اشـیا بودنـد. از آنجایی کـه خبـرگان و صاحب‌نظران در ایـن حـوزه به‌راحتـی قابـل شناسـایی نیسـتند، از روش نمونه‌گیـری هدفمنـد و گلوله‌برفـی اسـتفاده شـد؛ در ایـن روش پـس از شناسـایی یـا انتخـاب اولیـن خبـره و صاحب‌نظـر، از او بـرای شناسـایی و انتخـاب دومیـن واحـد نمونه‌گیـری اسـتفاده گردیـد؛ بـه همیـن ترتیـب واحدهـای دیگـر نمونـه، شناسـایی و انتخـاب شـدند. نمونه‌گیـری از صاحبنظـران در ایـن پژوهـش تـا زمانـی ادامـه داشـت کـه فراینـد اکتشـاف و تجزیـه و تحلیـل بـه نقطـهٔ اشـباع نظـری رسـید. در ادامـه، تحلیـل داده‌هـای کیفـی به روش تکنیـک دلفـی فـازی صـورت گرفـت و در پایـان ایـن مرحلـه، موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در صنایـع کوچـک و متوسـط اسـتان ایـلام شناسـایی گردیـد. بـا ایـن فرآینـد، تعـداد ۱۵ خبـره بـرای مصاحبـه، کافـی تشـخیص داده شـد کـه ویژگـی هریک از خبـرگان در جـدول شـمارهٔ (۱) گزارش شـده اسـت. قبـل از شـروع مصاحبـه، خلاصـه‌ای از طـرح، نتایج بررسـی پیشـینه، اهـداف و سـؤالات پژوهش جهـت مطالعـه و آمادگـی اولیـه در اختیـار مصاحبه‌شـوندگان قـرار می‌گرفـت و در ابتـدای جلسـهٔ مصاحبـه نیـز بـه طـور مختصـر توضیحاتـی در مـورد کارهـای انجام‌شـده ارائـه می‌شـد.

جدول شمارهٔ (۱). اطلاعات جامعهٔ آماری پژوهش

ردیف	رشتهٔ تخصصی	مدرک تحصیلی	پست سازمانی	سابقه
۱	مدیریت صنعتی	دکتری	هیئت علمی	۱۳ سال
۲	مهندسی صنایع	دکتری	هیئت علمی	۱۵ سال
۳	مدیریت بازرگانی	دکتری	هیئت علمی	۱٤ سال
٤	مدیریت صنعتی	دکتری	هیئت علمی	۸ سال
۵	کامپیوتر	دکتری	هیئت علمی	۸ سال
٦	کامپیوتر	دکتری	هیئت علمی	۷ سال
۷	مدیریت بازرگانی	دکتری	هیئت علمی	٦ سال
۸	کامپیوتر	دکتری	هیئت علمی	۱۲ سال
۹	مدیریت صنعتی	دکتری	هیئت علمی	۱۱ سال
۱۰	مهندسی صنایع	دکتری	مدیر واحد صنعتی	٦ سال
۱۱	مدیریت صنعتی	دکتری	مدیر واحد صنعتی	۹ سال
۱۲	مهندسی صنایع	کارشناسی ارشد	مدیر واحد صنعتی	۱٤سال
۱۳	مدیریت بازرگانی	کارشناسی ارشد	مدیر واحد صنعتی	۱۷سال
۱٤	مدیریت صنعتی	دانشجوی دکتری	مدرس و پژوهشگر	٤ سال
۱۵	کامپیوتر	دانشجوی دکتری	مدرس و پژوهشگر	٦ سال

روش دلفـی فـازی شـباهت زیـادی بـه روش دلفـی کلاسـیک دارد و تنهـا تفـاوت آن در فازی‌سـازی جـواب پاسـخگویان اسـت کـه موجـب می‌شـود متغیرهـا بـه صـورت کیفـی تعریـف شـوند و ایـن مزیـت روش فـازی نسـبت بـه روش کلاسـیک اسـت. در روش فـازی، متغیرهـای کیفـی معمـولاً بـه صـورت اعـداد فـازی مثلثـی یـا ذوزنقـه‌ای تعریـف می‌شـوند. فـرض کنیـد اعـداد قطعـی بـه صـورت

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

اعـداد فـازی ذوزنقـه‌ای ماننـد زیـر تعریـف شـده باشـد:

$$A^{(i)} = \left(a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}, a_4^{(i)}\right) \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n$$

در این روش، میانگین نظرات در پرسشنامهٔ اول و پرسشنامهٔ دوم محاسبه می‌شود.

$$A_m = (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}, a_{m4}) = \left(\frac{1}{n}\sum a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_2^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_3^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_4^{(i)}\right)$$

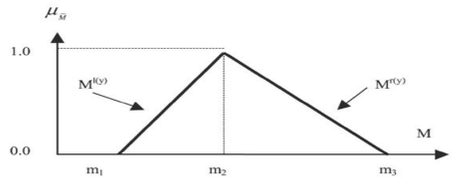
در ایـن روابـط، Ai بیانگـر دیـدگاه خبـره iام و Am بیانگـر میانگیـن دیدگاه‌هـای خبـرگان اسـت؛ سـپس میانگیـن نظـرات خبـرگان در هـر دو پرسشـنامه از هـم کـم می‌شـود.

$$\left(a_{m1} - a_1^{(i)}, a_{m2} - a_2^{(i)}, a_{m3} - a_3^{(i)}, a_{m4} - a_4^{(i)}\right)$$
$$= \left(\frac{1}{n}\sum a_1^{(i)} - a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_2^{(i)} - a_2^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_3^{(i)} - a_3^{(i)}, \frac{1}{n}\sum a_4^{(i)} - a_4^{(i)}\right)$$

$$S(A_{m2}, A_{m1}) = \left|\frac{1}{4}[(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23} + a_{m24}) - (a_{m11} + a_{m12} + a_{m13} + a_{m14})]\right|$$

در نهایـت، اگـر اختـلاف میانگیـن نظـرات خبـرگان در پرسشـنامهٔ اول و دوم بزرگتـر از ۰.۲ باشـد، بـرای سـومین بـار فرآینـد پرسشـگری تکـرار می‌شـود و ایـن کار تـا ثابـت شـدن نظـرات خبـرگان ادامه می‌یابـد.

یـک عـدد فـازی مثلثـی، مقـدار m۲،m۱ وm۳ را نشـان می‌دهـد و ماننـد (m۳ ,m۲ ,m۱) نوشـته می‌شـود.m۱ حداقـل مقـدار وm۲ یـک مقـدار معقـول را نشـان می‌دهـد و مقـدار m۳ نشـان‌دهندهٔ حداکثـر مقـدار اسـت. شـکل (۱)، مقادیـر m۱، m۲ و m۳ را بـرای عـدد فـازی مثلثـی توضیـح می‌دهد.



شکل (۱). اعداد فازی مثلثی

یـک عـدد فـازی مثلثـی بـرای تولیـد مقیاس‌هـای فـازی (مشـابه مقیـاس لیکـرت) و مقیاس‌هـای فـازی بـرای ترجمـهٔ متغیرهـای زبانـی بـه اعـداد فـازی اسـتفاده می‌شـود. تعـداد سـطوح رضایـت بـرای مقیـاس فـازی بایـد بـا اعـداد فـرد ماننـد ۳، ۵، ۷ و ۹ در نظـر گرفتـه شـود. جـدول شـمارهٔ (۲)، رابطـهٔ بیـن مقیـاس فـازی و مقیـاس لیکـرت (مقیـاس ۵) را نشـان می‌دهـد.

جدول شمارهٔ (۲). رابطهٔ بین مقیاس فازی و مقیاس لیکرت

سطح توافق	مقیاس فازی			مقیاس لیکرت
بسیار زیاد (کاملاً موافق)	۰.٦	۰.۸	۱	۵
زیاد (موافق)	۰.٤	۰.٦	۰.۸	٤
متوسط (نظری ندارم)	۰.۲	۰.٤	۰.٦	۳
کم (مخالف)	۰	۰.۲	۰.٤	۲
خیلی کم (کاملاً مخالف)	۰	۰	۰.۲	۱

مقادیر فازی (n_1, n_2, n_3) و مقادیر میانگین فازی (m_1, m_2, m_3) از داده‌های برنامه‌ریزی‌شده برای مقدار آستانه، درصد توافق کارشناسان، فازی‌زدایی و رتبه‌بندی اقلام به دست می‌آیند. برای به دست آوردن موافقت کارشناسان برای هر مورد، مقدار آستانه نباید از ۰,۲ ($d \geq 0,2$) تجاوز کند. درصد تأیید کارشناسان باید از ۷۵% تجاوز کند؛ در حالی که مقدار فازی‌زدایی برای هر آیتم باید بیش از $\alpha\text{-cut}=0.5$ باشد. برای به دست آوردن مقدار آستانه، فاصلهٔ بین دو عدد فازی با استفاده از موارد زیر تعیین شد.

$$d(\tilde{m},\tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(m_1-n_1)^2+(m_2-n_2)^2+(m_3-n_3)^2\right]}.$$

به منظور استخراج گزاره‌های پژوهش، اطلاعات گردآوری‌شده از انجام مصاحبه‌ها و تحلیل اطلاعات موجود در ادبیات پژوهش، با دقت و بر اساس روش تشریح‌شده بررسی شد؛ سپس ۲۳ مانع برای به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام با توجه به نظر و بررسی و کنکاش خبرگان و اساتید آشنا با موضوع تحقیق، شناسایی و استخراج گردید که در جدول زیر آمده است.

جدول شمارهٔ (۳). موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط مستخرج از فرآیند مصاحبه

خطر جریمه عمومی	نداشتن مهارت‌های لازم	در دسترس بودن دادهٔ ضعیف	در دسترس بودن امتیازات
هزینهٔ بالای آموزش	ایستی دستگاه‌های IOT	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	نبود سیستم پشتیبانی
نبود زیرساخت‌های کافی	مصرف بالای انرژی	عدم حکمرانی و مدیریت مطلب	تحریم و عدم ارتباط
نداشتن سیاست‌های شفاف	نبود بانک اطلاعاتی مشترک	مسائل مربوط به آگاهی و پذیرش عمومی	امنیت سایبری
هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری	پایین بودن پهنای باند	نبود حمایت‌های دولت	نبود شرکت‌های بومی
عدم شفافیت	مشکلات اجرایی سیستم	نرخ بالای تغییرات	–

منبع: یافته‌های پژوهش

پس از جمع‌بندی و شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط از ادبیات نظری و مصاحبه با خبرگان و دسته‌بندی آنها بر اساس مدل رابینسون و بنت، این عوامل جهت غربالگری در اختیار پنل دلفی فازی گذاشته شد و در پرسشنامهٔ دور اول دلفی فازی از خبرگان خواسته شد که جدا از تحلیل مؤلفه‌های ارائه‌شده، مؤلفه‌ها و زیرشاخص‌های پیشنهادی خود را نیز ارائه دهند. در ادامه خروجی‌های دور اول بر اساس دسته‌بندی انجام‌شده در جدول‌های پیش رو نشان داده می‌شود. این جدول‌ها موضوعاتی چون رتبه، درصد اجماع، وضعیت سؤالات و مقدار دی‌فازی‌شدهٔ هر سؤال را ارائه می‌دهند.

جدول شمارهٔ (٤). دور اول دلفی فازی

طیف پرسشنامه					تعداد خبرگان	مقدار متوسط اعداد فازی			میانگین مقدار آستانه d	تعداد داده‌های با d=<۰.۰۲	درصد اجماع	وضعیت	مجموع اعداد فازی			سنجش فازی	رتبه	موانع
خیلی کم(۱)	کم (۲)	متوسط (۳)	زیاد (٤)	خیلی زیاد (٥)		m۳	m۲	m۱					m۳	m۲	m۱			
۰	۷	٦	۱	۱	۱٥	۰.٥٤۷	۰.۳٤۷	۰.۱٤۷	۰.۲۰۹	۲	۱۳٪	تأیید نشده	۸.۲۰	٥.۲۰	۲.۲۰	٥.۲۰	–	حفظ حریم خصوصی
۰	۲	۳	۲	۸	۱٥	۰.۸۱۳	۰.٦۱۳	۰.٤۱۳	۰.۳۰٤	۱۰	٦۷٪	تأیید شده	۱۲.۲۰	۹.۲۰	٦.۲۰	۹.۲۰	۱۳	هزینهٔ بالای آموزش
۰	۰	۱	۲	۱۲	۱٥	۰.۹٤۷	۰.۷٤۷	۰.٥٤۷	۰.۱۳۰	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۲۰	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	٤	نبود زیرساخت‌های کافی
۰	۱	۱	۳	۱۰	۱٥	۰.۸۹۳	۰.٦۹۳	۰.٤۹۳	۰.۲۱۷	۱۳	۸۷٪	تأیید شده	۱۳.٤۰	۱۰.٤۰	۷.٤۰	۱۰.٤۰	۱۰	فقدان سیاست‌های شفاف
۰	۱	۲	۲	۱۰	۱٥	۰.۸۸۰	۰.٦۸۰	۰.٤۸۰	۰.۲٤٤	۱۲	۸۰٪	تأیید شده	۱۳.۲۰	۱۰.۲۰	۷.۲۰	۱۰.۲۰	۱۲	هزینهٔ سرمایه‌گذاری بالا
۱	٦	٥	۲	۱	۱٥	۰.٥٤۷	۰.۳٤۷	۰.۱٦۰	۰.۲٤۸	۳	۲۰٪	تأیید نشده	۸.۲۰	٥.۲۰	۲.٤۰	٥.۲۷	–	عدم شفافیت
۰	۰	۱	۲	۱۲	۱٥	۰.۹٤۷	۰.۷٤۷	۰.٥٤۷	۰.۱۳۰	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۲۰	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	٤	فقدان مهارت‌های انسانی
۲	۳	٤	٤	۲	۱٥	۰.٦۱۳	۰.٤۱۳	۰.۲٤۰	۰.۳۰۷	٦	٤۰٪	تأیید نشده	۹.۲۰	٦.۲۰	۳.٦۰	٦.۳۳	–	ایمنی دستگاه‌های IOT
۰	۲	۳	۲	۸	۱٥	۰.۸۱۳	۰.٦۱۳	۰.٤۱۳	۰.۳۰٤	۱۰	٦۷٪	تأیید شده	۱۲.۲۰	۹.۲۰	٦.۲۰	۹.۲۰	۱۳	مصرف بالای انرژی
۱	٤	٥	۲	۳	۱٥	۰.٦۲۷	۰.٤۲۷	۰.۲٤۰	۰.۲۹۸	٥	۳۳٪	تأیید نشده	۹.٤۰	٦.٤۰	۳.٦۰	٦.٤۷	–	نبود بانک اطلاعاتی مشترک
۰	۲	۳	۲	۸	۱٥	۰.۸۱۳	۰.٦۱۳	۰.٤۱۳	۰.۳۰٤	۱۰	٦۷٪	تأیید شده	۱۲.۲۰	۹.۲۰	٦.۲۰	۹.۲۰	۱۳	پایین بودن پهنای باند
۲	۲	٦	٥	۰	۱٥	۰.٥۸۷	۰.۳۸۷	۰.۲۱۳	۰.۲۲۹	٥	۳۳٪	تأیید نشده	۸.۸۰	٥.۸۰	۳.۲۰	٥.۹۳	–	مشکلات خرابی سیستم
۳	٤	٤	٤	۰	۱٥	۰.٥۲۰	۰.۳۲۰	۰.۱٦۰	۰.۲۸۷	٤	۲۷٪	تأیید نشده	۷.۸۰	٤.۸۰	۲.٤۰	٥.۰۰	–	در دسترس بودن داده ضعیف
۰	۰	۰	۲	۱۳	۱٥	۰.۹۷۳	۰.۷۷۳	۰.٥۷۳	۰.۰۷۱	۱٥	۱۰۰٪	تأیید شده	۱٤.٦۰	۱۱.٦۰	۸.٦۰	۱۱.٦۰	۳	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان
۲	٥	٦	۲	۰	۱٥	۰.٥۰۷	۰.۳۰۷	۰.۱۳۳	۰.۲۲۹	۲	۱۳٪	تأیید نشده	۷.٦۰	٤.٦۰	۲.۰۰	٤.۷۳	–	عدم حکمرانی و مدیریت مناسب
		۱	۲	۱۲	۱٥	۰.۹٤۷	۰.۷٤۷	۰.٥٤۷	۰.۱۳۰	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۲۰	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	٤	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی
۰	۰	۰	۱	۱٤	۱٥	۰.۹۸۷	۰.۷۸۷	۰.۵۸۷	۰.۰۳۸	۱٥	۱۰۰٪	تأیید شده	۱٤.۸۰	۱۱.۸۰	۸.۸۰	۱۱.۸۰	۲	نبود حمایت‌های دولت
۰	۰	۱	۳	۱۱	۱٥	۰.۹۳۳	۰.۷۳۳	۰.۵۳۳	۰.۱٤۹	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۰۰	۱۱.۰۰	۸.۰۰	۱۱.۰۰	۸	نرخ بالای تغییرات
		۱	۲	۱۲	۱٥	۰.۹٤۷	۰.۷٤۷	۰.٥٤۷	۰.۱۳۰	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۲۰	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	٤	در دسترس بودن تجهیزات
۰	۱	۱	۲	۱۱	۱٥	۰.۹۰۷	۰.۷۰۷	۰.۵۰۷	۰.۲۰۹	۱۳	۸۷٪	تأیید شده	۱۳.٦۰	۱۰.٦۰	۷.٦۰	۱۰.٦۰	۹	نبود سیستم پشتیبانی
۰	۰	۰	۰	۱٥	۱٥	۱.۰۰۰	۰.۸۰۰	۰.٦۰۰	۰.۰۰۰	۱٥	۱۰۰٪	تأیید شده	۱٥.۰۰	۱۲.۰۰	۹.۰۰	۱۲.۰۰	۱	تحریم و عدم ارتباط
۰	۲	۳	۲	۸	۱٥	۰.۸۱۳	۰.٦۱۳	۰.٤۱۳	۰.۳۰٤	۱۰	٦۷٪	تأیید شده	۱۲.۲۰	۹.۲۰	٦.۲۰	۹.۲۰	۱۳	امنیت سایبری
۰	۱	۱	۳	۱۰	۱٥	۰.۸۹۳	۰.٦۹۳	۰.٤۹۳	۰.۲۱۷	۱۳	۸۷٪	تأیید شده	۱۳.٤۰	۱۰.٤۰	۷.٤۰	۱۰.٤۰	۱۰	نبود شرکت‌های بومی

منبع: یافته‌های پژوهش

در دور اول دلفی فازی با توجه به نظر اعضای پنل، از مجموع ۲۳ عامل مستخرج از مصاحبه‌ها و پیشینهٔ تحقیق که به عنوان موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط شناسایی شده بودند، ۷ عامل با توجه به اینکه مقدار وزن بسیار ناچیز و ارزش فازی کمتر از عدد ۰,۲ داشته‌اند، حذف شدند و ۱۶ عامل دیگر که در جدول زیر آمده‌اند وارد دور دوم پنل دلفی شدند.

در دور دوم نیز با توجه به نظر اعضای پنل، در مجموع ۱۶ عامل خارج‌شده از دور اول پنل دلفی به عنوان موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط وارد پنل دلفی فازی شد. این جدول نیز موضوعاتی چون رتبه، درصد اجماع، وضعیت سؤالات و مقدار دی‌فازی‌شدهٔ هر سؤال را ارائه می‌دهد.

۱۰۸
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

جدول شمارهٔ (۵). نتایج دور دوم دلفی فازی

طیف پرسشنامه					تعداد خبرگان	مقدار متوسط اعداد فازی			میانگین مقدار آستانه d	تعداد داده های با d=<۰.۰۲	درصد اجماع	وضعیت	مجموع اعداد فازی			سنجش فازی	رتبه	موانع
خیلی کم(۱)	کم (۲)	متوسط (۳)	زیاد (٤)	خیلی زیاد (٥)		m۳	m۲	m۱					m۳	m۲	m۱			
۰	۲	۳	۲	۸	۱۵	۰.۸۱۳	۰.٦۱۳	۰.٤۱۳	۰.۳۰٤	۱۰	٦۷٪	تأیید شده	۱۲.۲۰	۹.۲۰	٦.۲۰	۹.۲۰	۱٦	هزینهٔ بالای آموزش
۰	۱	۱	۱	۱۳	۱۵	۰.۹٦۰	۰.۷٦۰	۰.٥٦۰	۰.۱۰٦	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.٤۰	۱۱.٤۰	۸.٤۰	۱۱.٤۰	٤	نبود زیرساخت‌های کافی
۰	۱	۱	۲	۱۱	۱۵	۰.۹۰۷	۰.۷۰۷	۰.٥۰۷	۰.۲۰۹	۱۳	۸۷٪	تأیید شده	۱۳.٦۰	۱۰.٦۰	۷.٦۰	۱۰.٦۰	۹	فقدان سیاست‌های شفاف
۰	۱	۲	۱	۱۱	۱۵	۰.۸۹۳	۰.٦۹۳	۰.٤۹۳	۰.۲۳۹	۱۲	۸۰٪	تأیید شده	۱۳.٤۰	۱۰.٤۰	۷.٤۰	۱۰.٤۰	۱۲	هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری
۰	۰	۱	۱	۱۳	۱۵	۰.۹٦۰	۰.۷٦۰	۰.٥٦۰	۰.۱۰٦	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.٤۰	۱۱.٤۰	۸.٤۰	۱۱.٤۰	٤	فقدان مهارت‌های انسانی
۰	۲	۲	۳	۸	۱۵	۰.۸۲۷	۰.٦۲۷	۰.٤۲۷	۰.۲۸۲	۱۱	۷۳٪	تأیید شده	۱۲.٤۰	۹.٤۰	٦.٤۰	۹.٤۰	۱۳	مصرف بالای انرژی
۰	۲	۳	۱	۹	۱۵	۰.۸۲۷	۰.٦۲۷	۰.٤۲۷	۰.۳۱۸	۱۰	٦۷٪	تأیید شده	۱۲.٤۰	۹.٤۰	٦.٤۰	۹.٤۰	۱۳	پایین بودن پهنای باند
۰	۰	۰	۲	۱۳	۱۵	۰.۹۷۳	۰.۷۷۳	۰.٥۷۳	۰.۰۷۱	۱۵	۱۰۰٪	تأیید شده	۱٤.٦۰	۱۱.٦۰	۸.٦۰	۱۱.٦۰	۳	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان
		۱	۲	۱۲	۱۵	۰.۹٤۷	۰.۷٤۷	۰.٥٤۷	۰.۱۳۰	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۲۰	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	٦	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی
۰	۰	۰	۱	۱٤	۱۵	۰.۹۸۷	۰.۷۸۷	۰.٥۸۷	۰.۰۳۸	۱۵	۱۰۰٪	تأیید شده	۱٤.۸۰	۱۱.۸۰	۸.۸۰	۱۱.۸۰	۲	نبود حمایت‌های دولت
۰	۰	۱	۳	۱۱	۱۵	۰.۹۳۳	۰.۷۳۳	۰.٥۳۳	۰.۱٤۹	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۰۰	۱۱.۰۰	۸.۰۰	۱۱.۰۰	۸	نرخ بالای تغییرات
		۱	۲	۱۲	۱۵	۰.۹٤۷	۰.۷٤۷	۰.٥٤۷	۰.۱۳۰	۱٤	۹۳٪	تأیید شده	۱٤.۲۰	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	٦	در دسترس بودن تجهیزات
۰	۱	۱	۲	۱۱	۱۵	۰.۹۰۷	۰.۷۰۷	۰.٥۰۷	۰.۲۰۹	۱۳	۸۷٪	تأیید شده	۱۳.٦۰	۱۰.٦۰	۷.٦۰	۱۰.٦۰	۹	نبود سیستم پشتیبانی
۰	۰	۰	۰	۱۵	۱۵	۱.۰۰۰	۰.۸۰۰	۰.٦۰۰	۰.۰۰۰	۱۵	۱۰۰٪	تأیید شده	۱۵.۰۰	۱۲.۰۰	۹.۰۰	۱۲.۰۰	۱	تحریم و عدم ارتباط
۰	۲	۲	۳	۸	۱۵	۰.۸۲۷	۰.٦۲۷	۰.٤۲۷	۰.۲۸۲	۱۱	۷۳٪	تأیید شده	۱۲.٤۰	۹.٤۰	٦.٤۰	۹.٤۰	۱۳	امنیت سایبری
۰	۱	۱	۲	۱۱	۱۵	۰.۹۰۷	۰.۷۰۷	۰.٥۰۷	۰.۲۰۹	۱۳	۸۷٪	تأیید شده	۱۳.٦۰	۱۰.٦۰	۷.٦۰	۱۰.٦۰	۹	نبود شرکت‌های بومی

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به اینکه تمامی ۱۶ عامل شناسایی‌شده در دور دوم، وزن مناسب و ارزش فازی بیشتر از عدد ۰,۲ داشته‌اند، ۱۶ مانع از موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام بر اساس مدل رابینسون و بنت (۱۹۹۵) با عناوین مذکور در جدول زیر شناسایی شدند.

جدول شمارهٔ (٦). موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط مستخرج دور دوم دلفی فازی

هزینهٔ بالای آموزش	فقدان مهارت‌های انسانی	مسائل مربوط به آگاهی و پذیرش عمومی	نبود سیستم پشتیبانی
نبود زیرساخت‌های کافی	مصرف بالای انرژی	نبود حمایت‌های دولت	تحریم و عدم ارتباط
فقدان سیاست‌های شفاف	پایین بودن پهنای باند	نرخ بالای تغییرات	امنیت سایبری
هزینهٔ سرمایه‌گذاری بالا	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	در دسترس بودن تجهیزات	نبود شرکت‌های بومی

منبع: یافته‌های پژوهش

حال پس از شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام از روش دلفی فازی، از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری با سنجش روابط میان موانع مذکور به صورت دوبه‌دو به منظور سطح‌بندی و تعیین روابط مفهومی مابین شاخص‌های پژوهش استفاده شد. به طور کلی مدل‌سازی ساختاری تفسیری، تکنیکی است که بررسی پیچیدگی سیستم را امکان‌پذیر می‌نماید و سیستم را به گونه‌ای ساختاردهی می‌کند که به سادگی قابل درک باشد. فرآیند مدل‌سازی ساختاری تفسیری، مدل‌های ذهنی غیر شفاف و مبهم از سیستم‌ها را به مدل‌های روشن و آشکار در راستای اهداف سودمندی تبدیل می‌کند. از جمله مزایای این روش می‌توان به قابل درک بودن آن برای گسترهٔ بیشماری از کاربران، یکپارچگی آن برای گسترهٔ بی‌شماری از کاربران، یکپارچگی آن در ترکیب نظرات خبرگان و قابلیت کاربرد آن در مطالعهٔ سیستم‌های پیچیده و دارای اجزای متنوع اشاره کرد. روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری شامل ۷ مرحله است که این مراحل به طور کامل در مطالعهٔ موردی شرکت‌های کوچک و

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

متوسط استان اسلام و به ترتیبی که در بخش یافته‌های پژوهش آمده، بررسی شده است.

گام اول: شناسایی متغیرهای مرتبط با مسئله

خروجی تکنیک دلفی فازی به عنوان توافق خبرگان در شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام شناخته شد.

گام دوم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری[1]

در این مرحله، روابط بین شاخص‌های پژوهش به صورت دوبه‌دو و زوجی، با به‌کارگیری مدل‌سازی ساختاری تفسیری و استفاده از رابطهٔ مفهومی «منجر به» تحلیل شد و خبرگان با استفاده از نمادهای زیر به تعیین روابط بین متغیرها پرداختند:

V: یعنی شاخص **i** به **j** منجر می‌شود؛

A: یعنی شاخص **j** به **i** منجر می‌شود؛

X: برای نشان دادن تأثیر دو طرفه؛

O: برای نشان دادن عدم وجود رابطه بین دو شاخص.

ماتریس خودتعاملی ساختاری از ابعاد و شاخص‌های پژوهش و مقایسهٔ آنها با استفاده از چهار حالت روابط مفهومی تشکیل شده است. این ماتریس توسط ۵ نفر از خبرگان حوزهٔ صنعت و دانشگاه تکمیل شد. جدول ماتریس از علامت‌هایی تشکیل شده است که بیشترین تکرار را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول شمارهٔ (۷). ماتریس خودتعاملی ساختاری

	تحریم و عدم ارتباط	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	نبود حمایت‌های دولت	در دسترس نبودن تجهیزات	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	نبود زیرساخت‌های کافی	نرخ بالای تغییرات	فقدان مهارت‌های انسانی	فقدان سیاست‌های شفاف	هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری	نبود سیستم پشتیبانی	نبود شرکت‌های بومی	امنیت سایبری	هزینه‌های بالای آموزشی	مصرف بالای انرژی	پایین بودن پهنای باند
تحریم و عدم ارتباط		V	V	V	X	V	O	V	O	V	V	V	V	O	O	V
مسائل آگاهی و پذیرش عمومی			X	X	X	X	A	X	X	A	O	X	O	V	O	X
نبود حمایت‌های دولت				V	X	V	O	V	V	X	V	V	V	V	O	V
در دسترس نبودن تجهیزات					X	A	A	V	X	X	X	X	X	V	A	O
کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان						V	O	X	X	V	V	V	V	X	O	V
نبود زیرساخت‌های کافی							O	X	X	V	V	V	V	V	V	V
نرخ بالای تغییرات								O	O	V	V	V	O	V	V	O
فقدان مهارت‌های انسانی									X	V	V	V	V	O	O	O
فقدان سیاست‌های شفاف										V	V	V	V	O	O	O
هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری											X	X	O	O	O	O
نبود سیستم پشتیبانی												X	V	V	O	O
نبود شرکت‌های بومی													O	V	O	O
امنیت سایبری														O	O	V
هزینه‌های بالای آموزشی															O	O
مصرف بالای انرژی																O
پایین بودن پهنای باند																

منبع: یافته‌های پژوهش

1. . Structural Self Interaction Matrix

۱۱۰
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

گام سوم: تشکیل ماتریس دسترسی اولیه ۱

ماتریس دسترسی اولیه، از تبدیل ماتریس خودتعاملی ساختاری به یک ماتریس دوارزشی (صفر و یک) حاصل می‌شود. به منظور جایگزینی اعداد ۰ و ۱ به جای نمادهای چهارگانهٔ جدول بالا برای استخراج ماتریس دسترسی اولیه، قوانین زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

در صورتی که ورودی (i,j) (محل تلاقی سطر i و ستون j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری V باشد، در ورودی (i,j) در ماتریس دسترسی اولیه، یک و در ورودی (j,i)، صفر قرار داده می‌شود.

در صورتی که ورودی (i,j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری A باشد، در ورودی (i,j) در ماتریس دسترسی اولیه، صفر و در ورودی (j,i)، یک قرار داده می‌شود.

در صورتی که ورودی (i,j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری X باشد، در ورودی (i,j) در ماتریس دسترسی اولیه، یک و در ورودی ،(j,i) یک قرار داده می‌شود.

در صورتی که ورودی (i,j) در ماتریس خودتعاملی ساختاری O باشد، در ورودی (i,j) در ماتریس دسترسی اولیه، صفر و در ورودی (j,i)، صفر قرار داده می‌شود.

در صورتی که j=i باشد، در ورودی ماتریس دسترسی اولیه یک قرار داده می‌شود، نتایج در جدول زیر آمده است.

جدول شمارهٔ (۸). ماتریس دسترسی اولیهٔ شاخص‌ها

	تحریم و عدم ارتباط	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	نبود حمایت‌های دولت	در دسترس نبودن تجهیزات	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	نبود زیرساخت‌های کافی	نرخ بالای تغییرات	فقدان مهارت‌های انسانی	فقدان سیاست‌های شفاف	هزینهٔ سرمایه‌گذاری بالا	نبود سیستم پشتیبانی	نبود شرکت‌های بومی	امنیت سایبری	هزینه‌های بالای آموزشی	مصرف بالای انرژی	پایین بودن پهنای باند
تحریم و عدم ارتباط	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱
مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱
نبود حمایت‌های دولت	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
در دسترس نبودن تجهیزات	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
نبود زیرساخت‌های کافی	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نرخ بالای تغییرات	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
فقدان مهارت‌های انسانی	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
فقدان سیاست‌های شفاف	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
نبود سیستم پشتیبانی	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
نبود شرکت‌های بومی	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰
امنیت سایبری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱
هزینه‌های بالای آموزشی	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
مصرف بالای انرژی	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
پایین بودن پهنای باند	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

گام چهارم: ایجاد ماتریس دسترسی نهایی

پس از آنکه ماتریس دسترسی اولیه به دست آمد، باید سازگاری درونی آن برقرار شود؛ بدین صورت که اگر j و i با هم و k و j با هم رابطه داشته باشند، i و k نیز با هم در ارتباط هستند. در این ماتریس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر متغیر نیز نشان داده شده است. نتایج در

1. . Initial Reachability Matrix

فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

جدول زیر آمده و اعدادی که علامت * دارند، در ماتریس دسترسی اولیه، صفر بوده‌اند و پس از سازگاری تبدیل به عدد یک شده‌اند.

جدول شمارهٔ (۹). ماتریس دسترسی نهایی

		تحریم و عدم ارتباط	مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	نبود حمایت‌های دولت	در دسترس نبودن تجهیزات	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	نبود زیرساخت‌های کافی	نرخ بالای تغییرات	فقدان مهارت‌های انسانی	فقدان سیاست‌های شفاف	هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری	نبود سیستم پشتیبانی	نبود شرکت‌های بومی	امنیت سایبری	هزینه‌های بالای آموزشی	مصرف انرژی بالا	پایین بودن بهای باند	قدرت نفوذ
		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦	
تحریم و عدم ارتباط	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱٥
مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
نبود حمایت‌های دولت	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱٥
در دسترس نبودن تجهیزات	٤	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۱
کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	٥	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱٥
نبود زیرساخت‌های کافی	٦	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۲
نرخ بالای تغییرات	۷	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱
فقدان مهارت‌های انسانی	۸	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱۱
فقدان سیاست‌ها شفاف	۹	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری	۱۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۲
نبود سیستم پشتیبانی	۱۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۷
نبود شرکت‌های بومی	۱۲	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۷
امنیت سایبری	۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۲
هزینه‌های بالای آموزشی	۱٤	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۲
مصرف بالای انرژی	۱٥	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۷
پایین بودن بهای باند	۱٦	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۲
میزان وابستگی		۳	۱۳	٥	۱۲	۸	۷	۱	۱۱	۹	۱۱	۱۳	۱۳	۱٤	۱٤	۹	۱۲	

منبع: یافته‌های پژوهش

گام پنجم: تعیین روابط و سطح‌بندی شاخص‌ها

در این گام، با استفاده از ماتریس دسترسی نهایی، پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی، اشتراک این مجموعه‌ها برای هریک از موانع به دست می‌آید.

مجموعهٔ خروجی یک شاخص شامل خود آن شاخص و شاخص‌هایی است که بر آنها اثر می‌گذارد که با «۱»های موجود در سطر مربوط قابل شناسایی است.

مجموعهٔ ورودی یک شاخص شامل خود آن شاخص و شاخص‌هایی است که از آنها اثر می‌پذیرد که با «۱»های موجود در ستون مربوط قابل شناسایی است.

پس از تعیین مجموعه‌های ورودی و خروجی، اشتراک آنها برای هریک از متغیرها تعیین می‌شود. متغیرهایی که مجموعهٔ خروجی و مشترک آنها کاملاً مشابه باشند، در بالاترین سطح از سلسله‌مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می‌گیرند. به منظور یافتن اجزای تشکیل‌دهندهٔ سطح بعدی سیستم، اجزای بالاترین سطح آن در محاسبات ریاضی جدول مربوط حذف می‌گردد و عملیات مربوط به تعیین اجزای سطح بعدی مانند روش تعیین اجزای بالاترین سطح انجام می‌شود. این عملیات تا آنجا تکرار می‌گردد که اجزای تشکیل‌دهندهٔ کلیهٔ سطوح سیستم مشخص شوند. جدول زیر سطح‌بندی شاخص‌های پژوهش را نشان می‌دهد.

۱۱۲
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

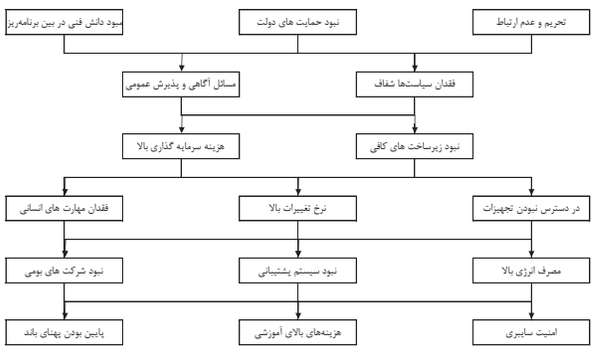
جدول شمارهٔ (۱۰). سطح‌بندی شاخص‌ها

تکرار	شاخص	مجموعهٔ خروجی	مجموعهٔ ورودی	مجموعهٔ مشترک	سطح
اول	۱	۱، ۳، ۵	۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۱، ۳، ۵	۱
	۳	۱، ۳، ۵	۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۱، ۳، ۵	۱
	۵	۱، ۳، ۵	۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۱، ۳، ۵	۱
دوم	۲	۲، ۹	۲، ٤، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۲، ۹	۲
	۹	۲، ۹	۲، ٤، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۲، ۹	۲
سوم	٦	٦، ۱۰	٤، ٦، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	٦، ۱۰	۳
	۱۰	٦، ۱۰	٤، ٦، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	٦، ۱۰	۳
چهارم	٤	٤، ۷، ۸	٤، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	٤، ۷، ۸	٤
	۷	٤، ۷، ۸	٤، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	٤، ۷، ۸	٤
	۸	٤، ۷، ۸	٤، ۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	٤، ۷، ۸	٤
پنجم	۱۱	۱۱، ۱۲، ۱۵	۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۱۱، ۱۲، ۱۵	۵
	۱۲	۱۱، ۱۲، ۱۵	۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۱۱، ۱۲، ۱۵	۵
ششم	۱۵	۱۱، ۱۲، ۱۵	۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦	۱۱، ۱۲، ۱۵	٤
	۱۳	۱۳، ۱٤، ۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	٦
	۱٤	۱۳، ۱٤، ۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	٦
	۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	۱۳، ۱٤، ۱٦	٦

منبع: یافته‌های پژوهش

گام ششم: ترسیم مدل شبکهٔ تعاملات

در این مرحله با توجه به سطوح شاخص‌ها و ماتریس دسترسی نهایی و از طریق حذف روابط ثانویه، مدل نهایی به دست می‌آید که این شکل در مدل‌سازی ساختاری تفسیری، مدل ساختاری یا دیاگراف نامیده می‌شود. مدل پژوهش در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل (۲). مدل شبکهٔ تعاملات

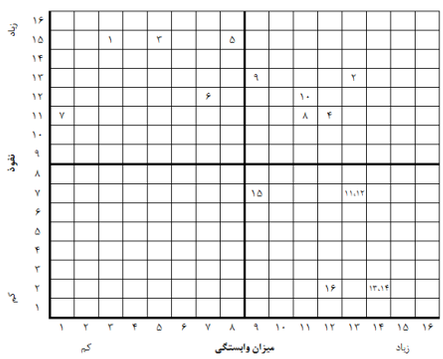
گام هفتم: تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی

در این مرحله متغیرها در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند: اولین گروه شامل متغیرهای خودمختار

۱۱۳
فرهنگ ایلام
فصلنامه علمی
دورهٔ بیست‌وسه
شمارهٔ ۷۶ و ۷۷
پاییز و زمستان ۱۴۰۱

(ناحیهٔ ۱) است که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. این متغیرها تا حدودی از سایر متغیرها مجزا هستند و ارتباط کمی دارد؛ گروه دوم، متغیرهای وابسته (ناحیهٔ ۲) را شامل می‌شود که از قدرت نفوذ ضعیف؛ اما وابستگی بالایی برخوردارند؛ گروه سوم، متغیرهای پیوندی (ناحیهٔ ۳) هستند که قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند؛ درواقع هرگونه عملی بر روی این متغیرها منجر به تغییر سایر متغیرها می‌شود؛ گروه چهارم، متغیرهای مستقل (ناحیهٔ ۴) هستند که از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی برخوردارند. متغیرهایی که از قدرت نفوذ بالایی برخوردارند اصطلاحاً متغیرهای کلیدی خوانده می‌شوند. واضح است که این متغیرها در یکی از دو گروه متغیرهای مستقل یا پیوندی جای می‌گیرند. از طریق جمع کردن ورودی‌های «۱» در هر سطر و ستون، قدرت نفوذ و میزان وابستگی متغیرها به دست می‌آید. بر همین اساس، نمودار قدرتِ نفوذ وابستگی ترسیم می‌شود. ماتریس قدرت نفوذ – وابستگی پژوهش در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول شمارهٔ (۱۱). ماتریس قدرت نفوذ – وابستگی



همان‌گونه که در ماتریس نفوذ – قدرت مشخص است، شاخص‌های ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ در ناحیهٔ وابستگی قرار دارند؛ یعنی از قدرت نفوذ کم؛ ولی میزان وابستگی زیاد نسبت به دیگر شاخص‌ها برخوردارند. شاخص‌های ۲، ۴، ۸، ۹ و ۱۰ در ناحیهٔ پیوندی قرار دارند که از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردارند؛ درواقع هرگونه عملی بر روی این شاخص‌ها باعث تغییر سایر شاخص‌ها می‌شود. شاخص‌های ۱، ۳، ۵، ۶ و ۷ در ناحیهٔ نفوذ قرار دارد. این شاخص‌ها از قدرت نفوذ بالا با حداقل وابستگی برخوردار هستند. با این توصیف شاخص‌های ناحیه نفوذ از اهمیت زیادی برای تحقق دیگر شاخص‌ها برخوردارند.

بحث و نتیجه‌گیری

فناوری‌های هوشمند نقش مهمی در رشد اقتصادی پایدار دارند. آنها خانه‌ها، ادارات، کارخانه‌ها و حتی شهرها را بدون دخالت انسان به سیستم‌های خودمختار و خودکنترل تبدیل می‌کنند. این روند اتوماسیون مدرن و استفادهٔ روزافزون از فناوری‌های پیشرفته، اقتصاد جهان را تقویت می‌کند. اینترنت اشیا و شبکه‌های حسگر بی‌سیم نقشی حیاتی در این مدرن‌سازی دارند. با توجه به پیشرفت‌ها و نوآوری‌های متوالی فناوری، چشم‌انداز صنعتی جهانی در سال‌های گذشته به شدت تغییر کرده است. هدف انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰)، تبدیل صنایع سنتی به صنایع هوشمند با ترکیب فناوری‌های نوآورانه است. انقلاب صنعتی چهارم، امکان

ادغـام دارایی‌هـای فیزیکـی را در فرآیندهـای دیجیتالـی و فیزیکـی در هـم تنیـده فراهـم می‌کنـد؛ درنتیجه کارخانه‌هـای هوشـمند و محیط‌هـای تولیـدی هوشـمند را بـه وجـود مـی‌آورد. اینترنـت اشـیا یـک فنـاوری بـه سـرعت در حـال رشـد اسـت کـه بـه شـدت بـه تحقـق صنعـت ۴٫۰ کمـک کـرده اسـت، بـه دنبـال نفـوذ در محیـط روزمـره و اشـیاء آن اسـت، دنیـای فیزیکـی را بـه دنیـای دیجیتـال مرتبـط می‌کنـد و بـه افـراد و اشـیا اجـازه می‌دهـد در هـر زمـان و هـر مـکان، بـا هـر چیـزی و هـر کسـی کـه بـه طـور ایـده‌آل از هـر شـبکه و سرویسـی اسـتفاده می‌کنـد، متصـل شـوند. پژوهشـگران دریافتنـد کـه تأثیـر مالـی اینترنـت اشـیا بـر اقتصـاد جهانـی ممکـن اسـت تـا سـال ۲۰۲۵ بـه ۳٫۹ تـا ۱۱٫۱ تریلیـون دلار برسـد (مکنـزی، ۲۰۱۵: ۱۳۲). امـروزه بیـش از ۷ میلیـارد دسـتگاه اینترنـت اشـیاء متصل وجـود دارد کـه کارشناسـان انتظـار دارنـد ایـن تعـداد تـا سـال ۲۰۲۵ بـه ۲۲ میلیـارد برسـد. در چنـد سـال گذشـته، اینترنـت اشـیا بـه یکـی از مهمتریـن فناوری‌هـای قـرن بیسـت و یکـم تبدیـل شـده اسـت (وب سـایت اوراکل ۲۰۲۰).

امـروزه رشـد روزافـزون تکنولـوژی بـه گونـه‌ای غیرقابـل انـکار بـر صنایـع مختلـف تأثیـر گذاشـته اسـت. بـا توجـه بـه اهمیـت اینترنت اشـیا و صنعـت نسـل ۴ و فراگیـری آن در کشـورهای توسـعه‌یافته، کشـور مـا نیـز بـرای توسـعهٔ صنعـت و افزایـش تـوان رقابتـی خـود می‌بایسـت بـه دنبـال به‌کارگیـری ایـن تکنولـوژی باشـد. بـا توجـه بـه اینکـه پیاده‌سـازی اینترنـت اشـیا نیازمنـد ایجـاد بسـتری مناسـب اسـت و متأسـفانه در کشـور مـا تمامـی شـرایط به‌کارگیـری آن مهیـا نیسـت، ایـن پژوهـش بـا هـدف شناسـایی موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در شـرکت‌های کوچـک و متوسـط اسـتان ایـلام انجام شـد. ابتـدا بـا بررسـی پیشـینهٔ پژوهـش و مصاحبـهٔ سـاختاریافته بـا ۱۵ تـن از نخبـگان، بـه شناسـایی موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در شـرکت‌های کوچـک و متوسـط پرداختـه شـد و ۲۳ عامـل شناسـایی گردیـد، سـپس عوامـل شناسایی‌شـده بـرای غربالگـری در اختیـار پنـل دلفـی فـازی گذاشـته شـد. طـی دو دور دلفـی فـازی در نهایـت ۱۶ مانـع (هزینـهٔ بـالای آمـوزش، فقـدان مهارت‌هـای انسـانی، مسـائل آگاهـی و پذیـرش عمومـی، نبـود سیسـتم پشـتیبانی، نبـود زیرسـاخت‌های کافی، مصـرف بالای انـرژی، نبـود حمایت‌هـای دولـت، تحریـم و عـدم ارتبـاط، فقـدان سیاسـت‌های شـفاف، پاییـن بـودن پهنـای بانـد، نـرخ بـالای تغییـرات، امنیـت سـایبری، هزینـهٔ بـالای سـرمایه‌گذاری، کمبـود دانـش فنـی در بیـن برنامه‌ریـزان، در دسـترس نبـودن تجهیـزات و نبـود شـرکت‌های بومـی) بـه عنـوان موانـع اصلـی پیاده‌سـازی اینترنـت اشـیا در شـرکت‌های کوچـک و متوسـط شناسـایی گردیـد؛ سـپس بـرای سـنجش روابـط میـان موانـع به‌کارگیـری اینترنـت اشـیا در شـرکت‌های کوچـک و متوسـط اسـتان ایـلام، از تکنیـک مدل‌سـازی سـاختاری تفسـیری اسـتفاده شـد و در نتیجـهٔ آن موانـع شناسایی‌شـده در ۶ سـطح طبقه‌بنـدی و در یـک شـبکهٔ تعاملـی (شـکل ۲) ترسـیم شـد. نتایـج نشـان داد کـه سـه عامـل نبـود حمایت‌هـای دولـت، تحریـم و عـدم ارتبـاط و کمبـود دانـش فنـی در بیـن برنامه‌ریـزان در بالاتریـن سـطح قـرار دارنـد کـه می‌تـوان بخشـی از ایـن موانـع کلیـدی را بـا اقدامـات آموزشـی و فرهنگـی در سـازمان مرتفـع کـرد.

منابع و مأخذ

الف) فارسی

-زرگر، سیدمحمد (۱۳۹۸)، «ارزیابی موانع به کارگیری اینترنت اشیا در کتابخانه‌های ایران بر اساس یک رویکرد ترکیبی»، پردازش و مدیریت اطلاعات (علوم و فناوری اطلاعات)، دورهٔ ۳۴، شمارهٔ ۳، صص ۱۳۷۱-۱۳۹۸.

-شفیعی، ساناز (۱۳۹۴)، «تحلیل چالش‌های فراروی توسعهٔ فناوری اینترنت اشیا، تهدیدات امنیتی و شکاف دیجیتالی»، نوشتار کوتاه، ۱(۷)، صص ۱-۸.

-فلاحی، آزاده، امین فرجی و امین قریبی (۱۴۰۰)، «تحلیل موانع کلیدی کاربرد اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند ایران (روش تحلیل ساختاری)»، مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، ۱۰(۳۸)، صص ۱۳۷-۱۷۱.

-فیروزجائیان، علی‌اصغر و مجتبی فیروزجائیان (۱۳۹۲)، «کاربرد تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری در مطالعات گردشگری (تحلیلی آسیب‌شناسانه)»، برنامه‌ریزی توسعهٔ گردشگری، دورهٔ دوم، شمارهٔ ۶، صص ۱۲۹-۱۵۹.

-مشبکی، اصغر و وهاب خلیلی شجاعی (۱۳۸۹)، «بررسی رابطهٔ فرهنگ سازمانی و مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها (CSR)»، جامعه‌شناسی کاربردی، دورهٔ ۲۱، شمارهٔ ۴.

ب) انگلیسی

- Alenizi, A.S., Al-Karawi, K.A. (2023). Internet of Things (IoT) Adoption: Challenges and Barriers. In: Yang, XS. Sherratt, S., Dey, N., Joshi, A. (Eds) Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 464. Springer, Singapore. https://doi.org/20_4-2394-19-981-978/10.1007
- Ashibani, Y.; Mahmoud, Q.H. Cyber physical systems security: Analysis, challenges and solutions. Comput. Secur. 97–81 ,68 ,2017.
- Bardzell, J., Bardzell, S., & Liu, S. Y. (2019). Beautifying IoT: the internet of things as a cultural agenda. Social Internet of Things, 21-3.
- Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. IEEE Transactions on industrial informatics, 2243-2233,(4)10.
- Desingh, V. (2022). Internet of Things adoption barriers in the Indian healthcare supply chain: An ISM-fuzzy MICMAC approach. The International journal of health planning and management, 351-318 ,(1)37.
- Espinoza, Héctor, Gerhard Kling, Frank McGroarty, Mary O'Mahony, Xenia Ziouvelou, Estimating the impact of the Internet of Things on productivity in Europe, Heliyon, Volume 6, Issue 2020 ,5, e03935,
- Georgios, Lampropoulos; Kerstin, Siakas; Theofylaktos, Anastasiadis, International Journal of Entrepreneurial Knowledge, Issue 2019/1, Volume 7,Issue 2019/1, Volume 7
- Groopman Jessica, Insights Kaleido, IoT innovation culture powers business success, Jun 2020, https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/IoT-innovation-culture-powers-business-success
- http://www.shelerco.com/fa/%D
- https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot
- Khorov, E., Lyakhov, A., Krotov, A., & Guschin, A. (2015). A survey on IEEE 802.11 ah: An enabling networking technology for smart cities. Computer communications, 69-53 ,58.
- Majid M, Habib S, Javed AR, Rizwan M, Srivastava G, Gadekallu TR, Lin JC-W. Applications of Wireless Sensor Networks and Internet of Things Frameworks in the Industry Revolution 4.0: A Systematic Literature Review. Sensors. 2087:(6)22 ;2022.
- McKinsey, The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype, McKinsey Global Institute (2015), June 2015
- Omar, A. F., Zainordin, N., Khoo, S. L., & Peng, J. O. H. (2022, November). Barriers in implementing artificial intelligence (AI) and Internet of things (IoTs) among Malaysian construction industry. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2644, No. 1, p. 030002). AIP Publishing LLC.
- Sachin S. Kamble, Angappa Gunasekaran, Harsh Parekh, Sudhanshu Joshi, Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains, Journal of Retailing and Consumer Services, Volume 2019 ,48, Pages 168-154, ISSN 6989-0969
- Shashank Kumar, Rakesh D. Raut, Nishant Agrawal, Naoufel Cheikhrouhou, Mahak Sharma, Tugrul Daim, Integrated blockchain and internet of things in the food supply chain: Adoption barriers, Technovation, Volume 102589 ,2022 ,118, ISSN 4972-0166.

منابع و مأخذ

- Tabatabaee, S.; Mohandes, S.R.; Ahmed, R.R.; Mahdiyar, A.; Arashpour, M.; Zayed, T.; Ismail, S. Investigating the Barriers to Applying the Internet-of-Things-Based Technologies to Construction Site Safety Management. Int. J. Environ. Res. Public Health 868 ,19 ,2022. https://doi.org/10.3390/ijerph19020868
- YIN, Yuehong, Yan Zeng, Xing Chen, Yuanjie Fan,The internet of things in healthcare: An overview, Journal of Industrial Information Integration, Volume 2016 ,1, Pages 13-3, ISSN 414-2452X, https://doi.org/10.1016/j.jii.2016.03.004.