

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

سبحان‌علی‌اکبری^۱

فرهاد وفايي^۲

فرشید‌نماین^۳

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 نحوه 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. جامعه 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 شبکه تعاملی ترسیم گردید؛ در نتیجه 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.



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 (IoT) و شبکه‌های حسگر بی‌سیم متکی است. اینترنت اشیا و شبکه‌های حسگر بی‌سیم^۲ در سیستم‌های کنترلی مختلف، از جمله نظارت بر محیط، اتوماسیون خانگی و تشخیص حملات شیمیایی/بیولوژیکی استفاده می‌شوند (مجید^۳ 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 (کوروا^۴ و همکاران، ۲۰۱۵: ۵۵). این روند اتوماسیون مدرن و استفاده روزافزون از فناوری‌های پیشرفته، اقتصاد جهان را تقویت می‌کند. اینترنت اشیا و شبکه‌های حسگر بی‌سیم نقشی حیاتی در این مدرن‌سازی دارند (اشیبانی و محمود^۵، 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 شبکه 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 اولیه 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 آینده نزدیک فرصت‌ها و مزایای شخصی، شغلی و اقتصادی قابل توجهی را به همراه خواهند داشت (جرجیاس و کرستین^۶، 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 برنامه 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



اینترنت اشیا (IoT) به عنوان یک فناوری جدید در زمینه‌های مختلف در سراسر جهان مورد توجه قرار می‌گیرد (الزیری و الکرای،^۱ ۲۰۲۳: ۲۲۰). این فناوری نشان‌دهنده «اکوسیستمی است که در آن برنامه‌ها و خدمات توسط داده‌های جمع‌آوری شده 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 ۴G، 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 ارائه خدمات ترکیب می‌شوند، ارزش واقعی برای مشاغل، مصرف‌کنندگان و دولت‌ها ایجاد می‌شود (اسپینوزا^۲ 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 سیاره هوشمند، شهر هوشمند، کارخانه هوشمند و ... رواج یافته است (بین و همکاران، ۲۰۱۶: ۵). مکنزی^۳ (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 رابط‌های بدون تماس گرفته تا گزینه‌های دورکاری، در حال رقابت با کاربردهای نوآورانه تکنولوژی هستند. اگرچه کارشناسان فناوری ممکن است نوآوری را از دریچه 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 نحوه 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^۴، 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 برنامه تحقیقاتی را گسترش داده‌اند تا تجربیات فنی - اجتماعی را که دستگاه‌های IoT با مطالعه 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^۱ و همکاران، ۲۰۱۹: ۶).

امروزه بیش از ۷ میلیارد دستگاه اینترنت اشیا 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 اشیا روزمره، وسایل آشپزخانه، ماشین‌ها، ترموستات‌ها، مانیتورهای کودک و ... را از طریق دستگاه‌های تعبیه شده به اینترنت متصل کرد، ارتباط یکپارچه بین افراد، فرآیندها و چیزها امکان پذیر است. با استفاده از محاسبات کم‌هزینه، پردازش ابری، داده‌های حجیم، تجزیه و تحلیل و فناوری‌های موبایل، اشیا فیزیکی می‌توانند داده‌ها را با کمترین مداخله انسانی به اشتراک بگذارند و جمع‌آوری کنند. در این دنیای بیش از حد متصل، سیستم‌های دیجیتال می‌توانند هرگونه تعامل بین اشیا 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^۲ و همکاران، ۲۰۱۴: ۲۲۳۶).

در پژوهش زرگر (۱۳۹۸) با عنوان «ارزیابی موانع به کارگیری 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 رتبه 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 رابطه بین این چالش‌ها برای حمایت از توسعه 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، هزینه 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 توسعه فناوری اینترنت اشیا را بررسی کرده و در این مقاله مروری، به بررسی تهدیدات امنیتی و ایجاد شکاف دیجیتالی ناشی از استفاده از اینترنت اشیا پرداخته است.

ساجین و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله خود با عنوان «مدل‌سازی موانع پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره تأمین خرده‌فروشی مواد غذایی» تلاش کردند موانع مختلفی که بر پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره 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^۱ و همکاران (۲۰۲۲) با هدف ارائه یک چارچوب مفهومی برای کاهش تأثیر موانع پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره تأمین غذایی، به بررسی موانع پذیرش بلاک چین و اینترنت اشیا یکپارچه در صنعت و زنجیره 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^۲ 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 محاسبه وزن‌های اهمیت موانع شناسایی شده و اولویت‌بندی آنها از طریق لنز کارشناسان خبره در هنگ‌کنگ استفاده نمودند و یافته‌ها را با استفاده از مصاحبه‌های

1. Shashank

2. Tabatabae



نیمه ساختاریافته 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^۱ (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. رابطه زمین‌های بین موانع شناسایی شده با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری توسعه داده شد و نتایج به دست آمده به عنوان ورودی به تحلیل MICMAC فازی برای تعیین قدرت محرک و وابستگی موانع پذیرش اینترنت اشیا استفاده گردید؛ در نتیجه استانداردهای قانونی و نظارتی و فقدان زیرساخت فناوری اطلاعات، موانع اصلی تأثیرگذار بر پذیرش اینترنت اشیا در زنجیره تأمین بهداشت و درمان بودند.

عمر^۲ 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 گزاره 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 در نتیجه 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 توسعه 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 به کارگیری 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.

روش شناسایی 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



باتجربه در حوزه پژوهش و کسب آرا و عقاید آنها طی مراحل طی از طریق مصاحبه و روش دلفی فازی، روش جمع‌آوری داده‌های این پژوهش است. در این پژوهش ابتدا به بررسی ادبیات و پیشینه پژوهش پرداخته شد؛ سپس با گروهی از خبرگان مصاحبه نیمه‌ساختاریافته انجام گرفت و کدگذاری مربوط به این مرحله انجام شد. در مرحله بعدی خروجی این کدگذاری‌ها به وسیله روش دلفی فازی توسط خبرگان انجام گرفت. پس از شناسایی موانع از طریق مصاحبه و روش دلفی فازی، از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری برای سنجش روابط میان موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام به صورت دوجه‌دو به منظور سطح‌بندی و تعیین روابط مفهومی مابین شاخص‌های پژوهش استفاده شد. مدل‌سازی تفسیری ساختاری در تشخیص روابط درونی عناصر کمک می‌کند و روشی مناسب برای تجزیه و تحلیل تأثیر یک عنصر بر عناصر دیگر است؛ همچنین می‌تواند به اولویت‌بندی و تعیین سطح عناصر یک سیستم اقدام کند که این امر در جهت اجرای بهتر روش طراحی شده، کمک بسیار شایانی برای مدیران است (مشبکی و خلیلی شجاعی، ۱۳۹۳: ۲۳). تکنیک ISM به این دلیل تفسیری می‌باشد که این امر یک قضاوت گروهی است و مشخص می‌کند کدام عوامل و چگونه با یکدیگر در ارتباط باشند؛ ساختاری است؛ چراکه یک ساختار کلی از مجموعه‌ای از روابط به‌دست‌آمده در بین عوامل مختلف استخراج می‌شود. در نهایت، این روش یک نوع مدل‌سازی است؛ چراکه روابط خاص شناسایی شده بین عوامل و نیز ساختار کلی ترسیم شده، در یک مدل، پیاده‌سازی و عرضه می‌شود (فیروزجائیان و فیروزجائیان، ۱۳۹۲: ۱۴۲).

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی است و به لحاظ پرداختن به مبانی نظری مربوط به شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام و ارائه مدل جامع و یکپارچه، بنیادی تلقی می‌شود؛ لذا می‌توان آن را پژوهشی بنیادی - کاربردی دانست. از لحاظ فلسفه‌های پژوهش نیز تفسیری و از نظر هدف، اکتشافی است. در چنین پژوهش‌هایی که به‌طور عمده اکتشافی و به دنبال ساخت مفاهیم، مدل‌ها و چارچوب‌ها هستند، اغلب یافته‌هایی نهایی از پیش معلوم نیستند.

در مرحله اول، مطالعه مقدماتی مبانی نظری در حوزه موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام انجام شد و ادبیات پژوهش با توجه به پژوهش‌های داخلی و خارجی بررسی گردید و برخی از موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام تدوین شد. به دلیل نبود الگوهای جامع و بومی در شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع، بررسی آن از دیدگاه خبرگان و متخصصان می‌تواند در شناسایی و تدوین موانع مفید باشد. در تحقیقات کیفی، مصاحبه جامع یا گفتگوی هدفدار یکی از روش‌های شناخته شده است که برای جمع‌آوری داده‌ها به صورت فزاینده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تحقیق حاضر، جهت شناسایی موانع به‌کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام و برای تدوین یک الگوی جامع و بومی از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان استفاده شد. دلیل استفاده از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، امکان تبادل نظرات و افکار بود و اینکه می‌توان بحث و موضوع مصاحبه را در جهت دستیابی به اهداف پژوهش هدایت کرد؛ همچنین در طول فرایند مصاحبه، امکان مشاهده احساسات مصاحبه‌شوندگان و رسیدن به باورها و اعتقادات آنان درباره موضوع پژوهش وجود دارد.



جامعه آماری در این مرحله، خبرگان دانشگاهی، اعضای هیئت علمی و اساتید، متخصصین و مدیران واحدهای صنعتی آشنا با حوزه اینترنت اشیا بودند. از آنجایی که خبرگان و صاحب نظران در این حوزه به راحتی قابل شناسایی نیستند، از روش نمونه گیری هدفمند و گلوله برفی استفاده شد؛ در این روش پس از شناسایی یا انتخاب اولین خبره و صاحب نظر، از او برای شناسایی و انتخاب دومین واحد نمونه گیری استفاده گردید؛ به همین ترتیب واحدهای دیگر نمونه، شناسایی و انتخاب شدند. نمونه گیری از صاحب نظران در این پژوهش تا زمانی ادامه داشت که فرایند اکتشاف و تجزیه و تحلیل به نقطه اشباع نظری رسید. در ادامه، تحلیل داده های کیفی به روش تکنیک دلفی فازی صورت گرفت و در پایان این مرحله، موانع به کارگیری اینترنت اشیا در صنایع کوچک و متوسط استان ایلام شناسایی گردید. با این فرآیند، تعداد ۱۵ خبره برای مصاحبه، کافی تشخیص داده شد که ویژگی هر یک از خبرگان در جدول شماره (۱) گزارش شده است. قبل از شروع مصاحبه، خلاصه ای از طرح، نتایج بررسی پیشینه، اهداف و سؤالات پژوهش جهت مطالعه و آمادگی اولیه در اختیار مصاحبه شوندهگان قرار می گرفت و در ابتدای جلسه مصاحبه نیز به طور مختصر توضیحاتی در مورد کارهای انجام شده ارائه می شد.

جدول شماره (۱). اطلاعات جامعه آماری پژوهش

ردیف	رشته 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	۱۴ سال
۴	مدیریت صنعتی	دکتری	هیئت علمی	۸ سال
۵	کامپیوتر	دکتری	هیئت علمی	۸ سال
۶	کامپیوتر	دکتری	هیئت علمی	۷ سال
۷	مدیریت بازرگانی	دکتری	هیئت علمی	۶ سال
۸	کامپیوتر	دکتری	هیئت علمی	۱۲ سال
۹	مدیریت صنعتی	دکتری	هیئت علمی	۱۱ سال
۱۰	مهندسی صنایع	دکتری	مدیر واحد صنعتی	۶ سال
۱۱	مدیریت صنعتی	دکتری	مدیر واحد صنعتی	۹ سال
۱۲	مهندسی صنایع	کارشناسی ارشد	مدیر واحد صنعتی	۱۴ سال
۱۳	مدیریت بازرگانی	کارشناسی ارشد	مدیر واحد صنعتی	۱۷ سال
۱۴	مدیریت صنعتی	دانشجوی دکتری	مدرس و پژوهشگر	۴ سال
۱۵	کامپیوتر	دانشجوی دکتری	مدرس و پژوهشگر	۶ سال

روش دلفی فازی شباهت زیادی به روش دلفی کلاسیک دارد و تنها تفاوت آن در فازی سازی جواب پاسخگویان است که موجب می شود متغیرها به صورت کیفی تعریف شوند و این مزیت روش فازی نسبت به روش کلاسیک است. در روش فازی، متغیرهای کیفی معمولاً به صورت اعداد فازی مثلثی یا دوزنقه ای تعریف می شوند. فرض کنید اعداد قطعی به صورت



اعداد فازی دوزنقه‌های مانند زیر تعریف شده باشد:

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

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

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

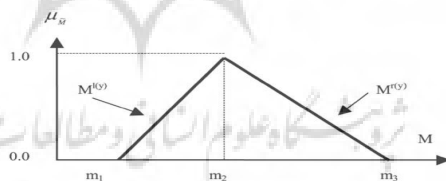
در این روابط، A_i بیانگر دیدگاه خبره i ام و A_m بیانگر میانگین دیدگاه‌های خبرگان است؛ سپس میانگین نظرات خبرگان در هر دو پرسشنامه از هم کم می‌شود.

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

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

در نهایت، اگر اختلاف میانگین نظرات خبرگان در پرسشنامه اول و دوم بزرگتر از ۰.۲ باشد، برای سومین بار فرآیند پرسشگری تکرار می‌شود و این کار تا ثابت شدن نظرات خبرگان ادامه می‌یابد.

یک عدد فازی مثلثی، مقدار m_1, m_2, m_3 و m^3 را نشان می‌دهد و مانند (m^3, m_2, m_1) نوشته می‌شود. m_1 حداقل مقدار و m_2 یک مقدار معقول را نشان می‌دهد و مقدار m^3 نشان‌دهنده حداکثر مقدار است. شکل (۱)، مقادیر m_1, m_2, m_3 و m^3 را برای عدد فازی مثلثی توضیح می‌دهد.



شکل (۱). اعداد فازی مثلثی

یک عدد فازی مثلثی برای تولید مقیاس‌های فازی (مشابه مقیاس لیکرت) و مقیاس‌های فازی برای ترجمه متغیرهای زبانی به اعداد فازی استفاده می‌شود. تعداد سطوح رضایت برای مقیاس فازی باید با اعداد فرد مانند ۳، ۵، ۷ و ۹ در نظر گرفته شود. جدول شماره (۲)، رابطه بین مقیاس فازی و مقیاس لیکرت (مقیاس ۵) را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۲). رابطه بین مقیاس فازی و مقیاس لیکرت

مقیاس لیکرت	مقیاس فازی		سطح توافق	
۵	۱	۰.۸	۰.۶	بسیار زیاد (کاملاً موافق)
۴	۰.۸	۰.۶	۰.۴	زیاد (موافق)
۳	۰.۶	۰.۴	۰.۲	متوسط (نظری ندارم)
۲	۰.۴	۰.۲	۰	کم (مخالف)
۱	۰.۲	۰	۰	خیلی کم (کاملاً مخالف)



مقادیر فازی (n_1, n_2, n_3) و مقادیر میانگین فازی (m_1, m_2, m_3) از داده‌های برنامه‌ریزی شده 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 $(0, 2 \geq d)$ تجاوز کند. درصد تأیید کارشناسان باید از ۷۵٪ تجاوز کند؛ در حالی که مقدار فازی‌زدایی برای هر آیتیم باید بیش از $\alpha\text{-cut} = 0.5$ باشد. برای به دست آوردن مقدار آستانه، فاصله بین دو عدد فازی با استفاده از موارد زیر تعیین شد.

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

به منظور استخراج گزاره‌های پژوهش، اطلاعات گردآوری شده از انجام مصاحبه‌ها و تحلیل اطلاعات موجود در ادبیات پژوهش، با دقت و بر اساس روش تشریح شده بررسی شد؛ سپس ۲۳ مانع برای به کارگیری 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 شماره (۳). موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط مستخرج از فرآیند مصاحبه

حفظ حریم خصوصی	فقدان مهارت‌های انسانی	در دسترس بودن داده ضعیف	در دسترس بودن تجهیزات
هزینه بالای آموزش	ایمنی دستگاه‌های IOT	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	نبود سیستم پشتیبانی
نبود زیرساخت‌های کافی	مصرف بالای انرژی	عدم حکمرانی و مدیریت مناسب	تحریم و عدم ارتباط
فقدان سیاست‌های شفاف	نبود بانک اطلاعاتی مشترک	مسائل مربوط به آگاهی و پذیرش عمومی	امنیت سایبری
هزینه بالای سرمایه‌گذاری	پایین بودن بهنای ماند	نبود حمایت‌های دولت	نبود شرکت‌های بومی
عدم شفافیت	مشکلات خرابی سیستم	نرخ بالای تغییرات	-

منبع: یافته‌های پژوهش

پس از جمع‌بندی و شناسایی موانع به کارگیری 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 پرسشنامه دور اول دلفی فازی از خبرگان خواسته شد که جدا از تحلیل مؤلفه‌های ارائه شده، مؤلفه‌ها و زیرشاخص‌های پیشنهادی خود را نیز ارائه دهند. در ادامه خروجی‌های دور اول بر اساس دسته‌بندی انجام شده در جدول‌های پیش رو نشان داده می‌شود. این جدول‌ها موضوعاتی چون رتبه، درصد اجماع، وضعیت سؤالات و مقدار دی‌فازی شده هر سؤال را ارائه می‌دهند.



جدول شماره (۴). دور اول دلفی فازی

موانع	رتبه	ستجش فازی	مجموع اعداد فازی			وضعیت	درصد اجماع	تعداد داده‌های یا $d < 0.02$	میانگین مقدار d آستانه	مقدار متوسط اعداد فازی			تعداد غیرگان	طیف پرشنامه				
			m1	m2	m3					m1	m2	m3		خیلی زیاد (۵)	زیاد (۴)	متوسط (۳)	کم (۲)	خیلی کم (۱)
حفظ حریم خصوصی	-	۵.۲۰	۲.۲۰	۵.۲۰	۸.۲۰	تأیید شده	۱۳٪	۲	۰.۲۰۹	۰.۱۴۷	۰.۳۴۷	۰.۵۴۷	۱۵	۱	۱	۶	۷	۰
هزینه بالای آموزش	۱۳	۹.۲۰	۶.۲۰	۹.۲۰	۱۲.۲۰	تأیید شده	۶۷٪	۱۰	۰.۳۰۴	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۰.۸۱۳	۱۵	۸	۲	۳	۲	۰
نیود زیرساخت‌های کافی	۴	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	۱۴.۲۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۳۰	۰.۵۴۷	۰.۷۴۷	۰.۹۴۷	۱۵	۱۲	۲	۱	۰	۰
فقدان سیاست‌های شفاف	۱۰	۱۰.۴۰	۷.۴۰	۱۰.۴۰	۱۳.۴۰	تأیید شده	۸۷٪	۱۳	۰.۲۱۷	۰.۴۹۳	۰.۶۹۳	۰.۸۹۳	۱۵	۱۰	۳	۱	۱	۰
هزینه سرمایه‌گذاری بالا	۱۲	۱۰.۲۰	۷.۲۰	۱۰.۲۰	۱۳.۲۰	تأیید شده	۸۰٪	۱۲	۰.۲۴۴	۰.۴۸۰	۰.۶۸۰	۰.۸۸۰	۱۵	۱۰	۲	۲	۱	۰
عدم شفافیت	-	۵.۲۷	۲.۴۰	۵.۲۰	۸.۲۰	تأیید شده	۲۰٪	۳	۰.۲۴۸	۰.۱۶۰	۰.۳۴۷	۰.۵۴۷	۱۵	۱	۲	۵	۶	۱
فقدان مهارت‌های انسانی	۴	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	۱۴.۲۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۳۰	۰.۵۴۷	۰.۷۴۷	۰.۹۴۷	۱۵	۱۲	۲	۱	۰	۰
ایمنی دستگاه‌های IOT	-	۶.۳۳	۳.۶۰	۶.۲۰	۹.۲۰	تأیید شده	۴۰٪	۶	۰.۳۰۷	۰.۲۴۰	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۱۵	۲	۴	۴	۳	۲
مصرف بالای انرژی	۱۳	۹.۲۰	۶.۲۰	۹.۲۰	۱۲.۲۰	تأیید شده	۶۷٪	۱۰	۰.۳۰۴	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۰.۸۱۳	۱۵	۸	۲	۳	۲	۰
نیود بانک اطلاعاتی مشترک	-	۶.۴۷	۳.۶۰	۶.۴۰	۹.۴۰	تأیید شده	۳۳٪	۵	۰.۲۹۸	۰.۲۴۰	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۱۵	۳	۲	۵	۴	۱
پایین بودن پهنای باند	۱۳	۹.۲۰	۶.۲۰	۹.۲۰	۱۲.۲۰	تأیید شده	۶۷٪	۱۰	۰.۳۰۴	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۰.۸۱۳	۱۵	۸	۲	۳	۲	۰
مشکلات خرابی سیستم	-	۵.۹۳	۳.۲۰	۵.۸۰	۸.۸۰	تأیید شده	۳۳٪	۵	۰.۲۲۹	۰.۲۱۳	۰.۳۸۷	۰.۵۸۷	۱۵	۰	۵	۶	۲	۲
در دسترس بودن داده ضعیف	-	۵.۰۰	۲.۴۰	۴.۸۰	۷.۸۰	تأیید شده	۲۷٪	۴	۰.۲۸۷	۰.۱۶۰	۰.۳۲۰	۰.۵۲۰	۱۵	۰	۴	۴	۴	۳
کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	۳	۱۱.۶۰	۸.۶۰	۱۱.۶۰	۱۴.۶۰	تأیید شده	۱۰۰٪	۱۵	۰.۰۷۱	۰.۵۷۳	۰.۷۷۳	۰.۹۷۳	۱۵	۱۳	۲	۰	۰	۰
عدم حکمرانی و مدیریت مناسب	-	۴.۷۳	۲.۰۰	۴.۶۰	۷.۶۰	تأیید شده	۱۳٪	۲	۰.۲۲۹	۰.۱۳۳	۰.۳۰۷	۰.۵۰۷	۱۵	۰	۲	۶	۵	۲
مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	۴	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	۱۴.۲۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۳۰	۰.۵۴۷	۰.۷۴۷	۰.۹۴۷	۱۵	۱۲	۲	۱	۰	۰
نیود حمایت‌های دولت	۲	۱۱.۸۰	۸.۸۰	۱۱.۸۰	۱۴.۸۰	تأیید شده	۱۰۰٪	۱۵	۰.۰۳۸	۰.۵۸۷	۰.۷۸۷	۰.۹۸۷	۱۵	۱۴	۱	۰	۰	۰
نرخ بالای تغییرات	۸	۱۱.۰۰	۸.۰۰	۱۱.۰۰	۱۴.۰۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۴۹	۰.۵۳۳	۰.۷۳۳	۰.۹۳۳	۱۵	۱۱	۳	۱	۰	۰
در دسترس بودن تجهیزات	۴	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	۱۴.۲۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۳۰	۰.۵۴۷	۰.۷۴۷	۰.۹۴۷	۱۵	۱۲	۲	۱	۰	۰
نیود سیستم پشتیبانی	۹	۱۰.۶۰	۷.۶۰	۱۰.۶۰	۱۳.۶۰	تأیید شده	۸۷٪	۱۳	۰.۲۰۹	۰.۵۰۷	۰.۷۰۷	۰.۹۰۷	۱۵	۱۱	۲	۱	۱	۰
تخریب و عدم ارتباط	۱	۱۲.۰۰	۹.۰۰	۱۲.۰۰	۱۵.۰۰	تأیید شده	۱۰۰٪	۱۵	۰.۰۰۰	۰.۶۰۰	۰.۸۰۰	۱.۰۰۰	۱۵	۱۵	۰	۰	۰	۰
امنیت سایبری	۱۳	۹.۲۰	۶.۲۰	۹.۲۰	۱۲.۲۰	تأیید شده	۶۷٪	۱۰	۰.۳۰۴	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۰.۸۱۳	۱۵	۸	۲	۳	۲	۰
نیود شرکت‌های بومی	۱۰	۱۰.۴۰	۷.۴۰	۱۰.۴۰	۱۳.۴۰	تأیید شده	۸۷٪	۱۳	۰.۲۱۷	۰.۴۹۳	۰.۶۹۳	۰.۸۹۳	۱۵	۱۰	۳	۱	۱	۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در دور اول دلفی فازی با توجه به نظر اعضای پنل، از مجموع ۲۳ عامل مستخرج از مصاحبه‌ها و پیشینه 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 خارج شده 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 دی‌فازی شده هر سؤال را ارائه می‌دهد.



جدول شماره (۵). نتایج دور دوم دلفی فازی

موانع	رتبه	سنجش فازی	مجموع اعداد فازی			وضعیت	درصد اجماع	تعداد داده های با $d < 0.02$	میانگین مقدار آستانه d	مقدار متوسط اعداد فازی			تعداد غیرگان	طیف پرستانه				
			m1	m2	m3					m1	m2	m3		خیلی زیاد (۵)	زیاد (۴)	متوسط (۳)	کم (۲)	خیلی کم (۱)
هزینه بالای آموزش	۱۶	۹.۲۰	۶.۲۰	۹.۲۰	۱۲.۲۰	تأیید شده	۶۷٪	۱۰	۰.۳۰۴	۰.۴۱۳	۰.۶۱۳	۰.۸۱۳	۱۵	۸	۲	۳	۲	۰
نیود زیرساخت های کافی	۴	۱۱.۴۰	۸.۴۰	۱۱.۴۰	۱۴.۴۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۰۶	۰.۵۶۰	۰.۶۶۰	۰.۹۶۰	۱۵	۱۳	۱	۱	۰	۰
فقدان سیاست های شفاف	۹	۱۰.۶۰	۷.۶۰	۱۰.۶۰	۱۳.۶۰	تأیید شده	۸۷٪	۱۳	۰.۲۰۹	۰.۵۰۷	۰.۷۰۷	۰.۹۰۷	۱۵	۱۱	۲	۱	۱	۰
هزینه بالای سرمایه گذاری	۱۲	۱۰.۴۰	۷.۴۰	۱۰.۴۰	۱۳.۴۰	تأیید شده	۸۰٪	۱۲	۰.۲۳۹	۰.۴۹۳	۰.۶۹۳	۰.۸۹۳	۱۵	۱۱	۱	۲	۱	۰
فقدان مهارت های انسانی	۴	۱۱.۴۰	۸.۴۰	۱۱.۴۰	۱۴.۴۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۰۶	۰.۵۶۰	۰.۶۶۰	۰.۹۶۰	۱۵	۱۳	۱	۱	۰	۰
مصرف بالای انرژی	۱۳	۹.۴۰	۶.۴۰	۹.۴۰	۱۲.۴۰	تأیید شده	۷۳٪	۱۱	۰.۲۸۲	۰.۴۲۷	۰.۶۲۷	۰.۸۲۷	۱۵	۸	۳	۲	۲	۰
پایین بودن پهنای باند	۱۳	۹.۴۰	۶.۴۰	۹.۴۰	۱۲.۴۰	تأیید شده	۶۷٪	۱۰	۰.۳۳۸	۰.۴۲۷	۰.۶۲۷	۰.۸۲۷	۱۵	۹	۱	۳	۲	۰
کمبود دانش فنی در بین برنامه ریزان	۳	۱۱.۶۰	۸.۶۰	۱۱.۶۰	۱۴.۶۰	تأیید شده	۱۰۰٪	۱۵	۰.۰۷۱	۰.۵۷۳	۰.۷۷۳	۰.۹۷۳	۱۵	۱۳	۲	۰	۰	۰
مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	۶	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	۱۴.۲۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۳۰	۰.۵۴۷	۰.۷۴۷	۰.۹۴۷	۱۵	۱۲	۲	۱	۰	۰
نیود حمایت های دولت	۲	۱۱.۸۰	۸.۸۰	۱۱.۸۰	۱۴.۸۰	تأیید شده	۱۰۰٪	۱۵	۰.۰۳۸	۰.۵۸۷	۰.۷۸۷	۰.۹۸۷	۱۵	۱۴	۱	۰	۰	۰
نرخ بالای تغییرات	۸	۱۱.۰۰	۸.۰۰	۱۱.۰۰	۱۴.۰۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۴۹	۰.۵۳۳	۰.۷۳۳	۰.۹۳۳	۱۵	۱۱	۳	۱	۰	۰
در دسترس بودن تجهیزات	۶	۱۱.۲۰	۸.۲۰	۱۱.۲۰	۱۴.۲۰	تأیید شده	۹۳٪	۱۴	۰.۱۳۰	۰.۵۴۷	۰.۷۴۷	۰.۹۴۷	۱۵	۱۲	۲	۱	۰	۰
نیود سیستم پشتیبانی	۹	۱۰.۶۰	۷.۶۰	۱۰.۶۰	۱۳.۶۰	تأیید شده	۸۷٪	۱۳	۰.۲۰۹	۰.۵۰۷	۰.۷۰۷	۰.۹۰۷	۱۵	۱۱	۲	۱	۱	۰
تحریم و عدم ارتباط	۱	۱۲.۰۰	۹.۰۰	۱۲.۰۰	۱۵.۰۰	تأیید شده	۱۰۰٪	۱۵	۰.۰۰۰	۰.۶۰۰	۰.۸۰۰	۱.۰۰۰	۱۵	۱۵	۰	۰	۰	۰
امنیت سایبری	۱۳	۹.۴۰	۶.۴۰	۹.۴۰	۱۲.۴۰	تأیید شده	۷۳٪	۱۱	۰.۲۸۲	۰.۴۲۷	۰.۶۲۷	۰.۸۲۷	۱۵	۸	۳	۲	۲	۰
نیود شرکت های بومی	۹	۱۰.۶۰	۷.۶۰	۱۰.۶۰	۱۳.۶۰	تأیید شده	۸۷٪	۱۳	۰.۲۰۹	۰.۵۰۷	۰.۷۰۷	۰.۹۰۷	۱۵	۱۱	۲	۱	۱	۰

منبع: یافته های پژوهش

با توجه به اینکه تمامی ۱۶ عامل شناسایی شده در دور دوم، وزن مناسب و ارزش فازی بیشتر از عدد ۰.۲ داشته اند، ۱۶ مانع از موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت های کوچک و متوسط استان ایلام بر اساس مدل رابینسون و بنت (۱۹۹۵) با عناوین مذکور در جدول زیر شناسایی شدند.

جدول شماره (۶). موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت های کوچک و متوسط مستخرج دور دوم دلفی فازی

هزینه بالای آموزش	فقدان مهارت های انسانی	مسائل مربوط به آگاهی و پذیرش عمومی	نیود سیستم پشتیبانی
نیود زیرساخت های کافی	مصرف بالای انرژی	نیود حمایت های دولت	تحریم و عدم ارتباط
فقدان سیاست های شفاف	پایین بودن پهنای باند	نرخ بالای تغییرات	امنیت سایبری
هزینه سرمایه گذاری بالا	کمبود دانش فنی در بین برنامه ریزان	در دسترس بودن تجهیزات	نیود شرکت های بومی

منبع: یافته های پژوهش

حال پس از شناسایی موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت های کوچک و متوسط استان ایلام از روش دلفی فازی، از تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری با سنجش روابط میان موانع مذکور به صورت دوجه دو به منظور سطح بندی و تعیین روابط مفهومی مابین شاخص های پژوهش استفاده شد. به طور کلی مدل سازی ساختاری تفسیری، تکنیکی است که بررسی پیچیدگی سیستم را امکان پذیر می نماید و سیستم را به گونه ای ساختاردهی می کند که به سادگی قابل درک باشد. فرآیند مدل سازی ساختاری تفسیری، مدل های ذهنی غیر شفاف و مبهم از سیستم ها را به مدل های روشن و آشکار در راستای اهداف سودمندی تبدیل می کند. از جمله مزایای این روش می توان به قابل درک بودن آن برای گستره بیشتری از کاربران، یکپارچگی آن در مطالعه سیستم های پیچیده و دارای اجزای متنوع اشاره کرد. روش مدل سازی ساختاری تفسیری شامل ۷ مرحله است که این مراحل به طور کامل در مطالعه موردی شرکت های کوچک و



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 به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام شناخته شد.

گام دوم: تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری^۱

در این مرحله، روابط بین شاخص‌های پژوهش به صورت دوبه‌دو و زوجی، با به کارگیری مدل‌سازی ساختاری تفسیری و استفاده از رابطه 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 مقایسه آنها با استفاده از چهار حالت روابط مفهومی تشکیل شده است. این ماتریس توسط ۵ نفر از خبرگان حوزه 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 شماره (۷). ماتریس خودتعاملی ساختاری

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

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Structural Self Interaction Matrix



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 چهارگانه 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 (i, j) ، 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 (i, j) ، 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 (i, j) ، 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 (i, j) ، 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 شماره (۸). ماتریس دسترسی اولیه شاخص‌ها

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

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، k و i نیز با هم در ارتباط هستند. در این ماتریس قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر متغیر نیز نشان داده شده است. نتایج در



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

جدول شماره (۹). ماتریس دسترسی نهایی

قدرت نفوذ	پایین بودن نهایی باند	مصرف انرژی بالا	هزینه‌های بالای آموزشی	امنیت سایبری	نیود شرکت‌های بومی	نیود سیستم پشتیبانی	هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری	فقدان سیاست‌های شفاف	فقدان مهارت‌های انسانی	نرخ بالای تغییرات	نیود زیرساخت‌های کالی	کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	در دسترس نبودن تجهیزات	نیود حمایت‌های دولت	مسائل آگاهی، پذیرش عمومی	تحریم و عدم ارتباط
	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تحریم و عدم ارتباط	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مسائل آگاهی و پذیرش عمومی	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نیود حمایت‌های دولت	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
در دسترس نبودن تجهیزات	۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان	۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نیود زیرساخت‌های کالی	۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نرخ بالای تغییرات	۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
فقدان مهارت‌های انسانی	۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
فقدان سیاست‌ها شفاف	۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری	۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نیود سیستم پشتیبانی	۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
نیود شرکت‌های بومی	۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
امنیت سایبری	۱۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
هزینه‌های بالای آموزشی	۱۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مصرف انرژی بالا	۱۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
پایین بودن نهایی باند	۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
میزان وابستگی	۳	۱۳	۵	۱۴	۱۴	۱۳	۱۳	۱۱	۹	۱۱	۷	۸	۱۲	۵	۱۳	۳

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 هر یک از موانع به دست می‌آید.

مجموعه 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.

مجموعه 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 هر یک از متغیرها تعیین می‌شود. متغیرهایی که مجموعه خروجی و مشترک آنها کاملاً مشابه باشند، در بالاترین سطح از سلسله‌مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می‌گیرند. به منظور یافتن اجزای تشکیل‌دهنده 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 تشکیل‌دهنده کلیه سطوح سیستم مشخص شوند. جدول زیر سطح‌بندی شاخص‌های پژوهش را نشان می‌دهد.



(ناحیه 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 (ناحیه ۲) را شامل می‌شود که از قدرت نفوذ ضعیف؛ اما وابستگی بالایی برخوردارند؛ گروه سوم، متغیرهای پیوندی (ناحیه ۳) هستند که قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند؛ در واقع هرگونه عملی بر روی این متغیرها منجر به تغییر سایر متغیرها می‌شود؛ گروه چهارم، متغیرهای مستقل (ناحیه 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 قدرت نفوذ و وابستگی ترسیم می‌شود. ماتریس قدرت نفوذ - وابستگی پژوهش در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول شماره (۱۱). ماتریس قدرت نفوذ - وابستگی

میزان وابستگی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	
۱																	
۲																	
۳																	
۴																	
۵																	
۶																	
۷																	
۸																	
۹																	
۱۰																	
۱۱																	
۱۲																	
۱۳																	
۱۴																	
۱۵																	
۱۶																	

همان‌گونه که در ماتریس نفوذ - قدرت مشخص است، شاخص‌های ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ در ناحیه 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 ناحیه پیوندی قرار دارند که از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردارند؛ در واقع هرگونه عملی بر روی این شاخص‌ها باعث تغییر سایر شاخص‌ها می‌شود. شاخص‌های ۱، ۳، ۵، ۶ و ۷ در ناحیه 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 نتیجه گیری

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 استفاده 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



ادغام دارایی‌های فیزیکی را در فرآیندهای دیجیتال و فیزیکی در هم تنیده فراهم می‌کند؛ در نتیجه کارخانه‌های هوشمند و محیط‌های تولیدی هوشمند را به وجود می‌آورد. 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 اشیاء اجازه می‌دهد در هر زمان و هر مکان، با هر چیزی و هر کسی که به طور ایده‌آل از هر شبکه و سرویسی استفاده می‌کند، متصل شوند. پژوهشگران دریافته‌اند که تأثیر مالی اینترنت اشیا بر اقتصاد جهانی ممکن است تا سال ۲۰۲۵ به ۳،۹ تا ۱۱،۱ تریلیون دلار برسد (مکنزی، ۲۰۱۵: ۱۳۲). امروزه بیش از ۷ میلیارد دستگاه اینترنت اشیا 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).

امروزه رشد روزافزون تکنولوژی به گونه‌ای غیرقابل انکار بر صنایع مختلف تأثیر گذاشته است. با توجه به اهمیت اینترنت اشیا و صنعت نسل ۴ و فراگیری آن در کشورهای توسعه‌یافته، کشور ما نیز برای توسعه صنعت و افزایش توان رقابتی خود می‌بایست به دنبال به کارگیری این تکنولوژی باشد. با توجه به اینکه پیاده‌سازی اینترنت اشیا نیازمند ایجاد بستری مناسب است و متأسفانه در کشور ما تمامی شرایط به کارگیری آن مهیا نیست، این پژوهش با هدف شناسایی موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام انجام شد. ابتدا با بررسی پیشینه پژوهش و مصاحبه ساختاریافته با ۱۵ تن از نخبگان، به شناسایی موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط پرداخته شد و ۲۳ عامل شناسایی گردید، سپس عوامل شناسایی شده برای غربالگری در اختیار پندل دلفی فازی گذاشته شد. طی دو دور دلفی فازی در نهایت ۱۶ مانع (هزینه بالای آموزش، فقدان مهارت‌های انسانی، مسائل 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، هزینه بالای سرمایه‌گذاری، کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان، در دسترس نبودن تجهیزات و نبود شرکت‌های بومی) به عنوان موانع اصلی پیاده‌سازی اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط شناسایی گردید؛ سپس برای سنجش روابط میان موانع به کارگیری اینترنت اشیا در شرکت‌های کوچک و متوسط استان ایلام، از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شد و در نتیجه آن موانع شناسایی شده در ۶ سطح طبقه‌بندی و در یک شبکه تعاملی (شکل ۲) ترسیم شد. نتایج نشان داد که سه عامل نبود حمایت‌های دولت، تحریم و عدم ارتباط و کمبود دانش فنی در بین برنامه‌ریزان در بالاترین سطح قرار دارند که می‌توان بخشی از این موانع کلیدی را با اقدامات آموزشی و فرهنگی در سازمان مرتفع کرد.

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)، دوره ۳۴، شماره ۳، صص ۱۳۷۱-۱۳۹۸.
- شفیعی، ساناز (۱۳۹۴)، «تحلیل چالش‌های فراروی توسعه فناوری اینترنت اشیا، تهدیدات امنیتی و شکاف دیجیتالی»، نوشتار کوتاه، (۷)۱، 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.
- فیروزجانیان، علی اصغر و مجتبی فیروزجانیان (۱۳۹۲)، «کاربرد تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری در مطالعات گردشگری (تحلیلی آسیب‌شناسانه)»، برنامه‌ریزی توسعه گردشگری، دوره دوم، شماره ۶، صص ۱۲۹-۱۵۹.
- مشیکی، اصغر و وهاب خلیلی شجاعی (۱۳۸۹)، «بررسی رابطه فرهنگ سازمانی و مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها (CSR)»، جامعه‌شناسی کاربردی، دوره ۲۱، شماره ۴.

ب) انگلیسی

- Alenizi, A.S., Al-Karawi, K.A. (2023). Internet of Things (IoT) Adoption: Challenges and Barriers. In: Yang, X.S. 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.

- Tabatabae, 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>.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی