

مدیریت شهری

فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱

Urban management
No.69 Winter 2023

۸۵-۱۰۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷

الگوی هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اشیا با رویکرد آمیخته

آرش مصطفویانی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

مهرداد حسینی شکیب*: گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

رضا جمالپور: گروه عمران، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

چکیده

The pattern of office buildings smartizing based on internet of things (IoT) ecosystem with mixed exploratory approach

Abstract

Objective: Identifying effective factors and indicators in the office buildings smartizing based on internet of things in order to provide a research model for communications and energy management.

Method: To extract the initial variables, the library studies method was used and then the fuzzy Delphi method was used to present the qualitative model. To validate the proposed qualitative model, the confirmatory factor analysis method with structural equations and SmartPls software were used.

Results: Identification of ۷ factors and ۳۷ influential indicators in the buildings Smartizing based on internet of things ecosystem is the extent of impact and prioritization of factors and provide a model for them.

Conclusion: It was found that legal and governmental factors, economic and social factors have the greatest impact and safety and security, communication have the highest priority on the intelligence of office buildings based on the Internet of Things ecosystem and it was suggested in office buildings to increase building security, building supervision and management Remotely create the necessary infrastructure to connect the building to law enforcement agencies and security companies and the central building portal via the Internet.

Keyword: Intelligence of office buildings, Internet of Things (IoT), Internet of Things ecosystem, mixed exploratory approach

هدف: شناسایی عوامل و شاخص‌های تأثیرگذار بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اینترنت اشیا به منظور ارائه الگوی پژوهش جهت مدیریت ارتباطات و انرژی می‌باشد.

روش: برای استخراج متغیرهای اولیه از روش مطالعات کتابخانه‌ای استفاده کرده و سپس برای ارائه مدل کیفی از روش دلفی فازی استفاده شد و برای اعتبار سنجی مدل کیفی ارائه شده، از روش تحلیل عاملی تأییدی با معادلات ساختاری و نرم‌افزار SmartPls استفاده شده است.

یافته‌ها: شناسایی ۷ عامل و ۳۷ شاخص تأثیرگذار بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا، میزان تأثیر و اولویت‌بندی عوامل و ارائه الگوی آن‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری: مشخص شد عوامل قانونی و دولتی، عوامل اقتصادی و اجتماعی بیشترین تأثیر و ایمنی و امنیت، ارتباطات بیشترین اولویت را بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا دارند و پیشنهاد شد در ساختمان‌های اداری جهت بالا بردن امنیت ساختمان، ایجاد نظارت و مدیریت ساختمان از راه دور زیرساخت‌های لازم جهت اتصال ساختمان به سازمان‌های انتظامی و شرکت‌های امنیتی و پرتابل مرکزی ساختمان از طریق اینترنت ایجاد شود.

واژگان کلیدی: فضای بستره، کرونا، ادراک، محیط، بیمارستان امام خمینی.

مقدمه

اینترنت تعریف کرد (میوراندی، سیکاری و دی پلگرینی^۵، ۲۰۱۲). موکری اینترنت اشیا را به عنوان شبکه‌ای از دستگاه‌های متصل به سنسورها، الکترونیک، نرم‌افزار و اتصال توضیح داد (موکری، چن و موزیلک^۶، ۲۰۱۸). با توجه به تعاریف بالا می‌توان اینترنت اشیا را به عنوان سیستمی مشکل از اشیا مجهز به اینترنت (مانند حسگرها و دستگاه‌ها) تعریف کرد که از طریق اینترنت متصل هستند و می‌توانند داده‌ها را از طریق شیکه‌های بی‌سیم انتقال دهنده تا از راه دور با یکدیگر ارتباط برقرار کنند (گوبی، بولیا و ماروسیک^۷، ۲۰۱۳).

از نظر تجارت، برگرفته از تعاریف مور، یک اکوسيستم تجاری اینترنت اشیا را می‌توان به عنوان نوع خاصی از اکوسيستم تجاری تعریف کرد که از جامعه تشکیل شده است. شرکت‌ها و افراد در تعامل همراه با محیط اقتصادی اجتماعی خود، جایی که شرکت‌ها با استفاده از یک مجموعه مشترک از دارایی‌های اصلی مربوط به اتصال دنیای فیزیکی اشیا با دنیای مجازی اینترنت در حال رقابت و همکاری هستند. این دارایی‌ها ممکن است در شکلی از محصولات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، سیستم‌عامل‌ها یا استانداردهایی که بر روی دستگاه‌های متصل به اشیا، خدمات کاربردی ساخته شده در بالای این اتصال یا خدمات پشتیبانی موردنیاز برای تهیه، اطمینان و صدور صورت حساب خدمات برنامه تعریف کرد (ماژلیس، لوما و وارما^۸، ۲۰۱۲).

سرعت رشد چشم‌گیر فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی در دهه‌های اخیر محققان را به سمت فناوری اینترنت اشیا یا اینترنت چیزها که از آن به عنوان انقلاب چهارم در زندگی بشر یاد می‌کنند و با سرعت مهارنشدنی در حال پیشرفت کمی و کیفی است، سوق داده است. متخصصان و پژوهشگران حوزه اینترنت اشیا پیش‌بینی می‌کنند که خدمات جدید اینترنت اشیا در سال‌های آینده به صورت تصاعدی رشد خواهد کرد، به طوری که همه اشیا و افراد به همدیگر وصل خواهند شد و دنیای متفاوتی را تجربه خواهیم کرد. این رشد در آینده منجر به خدمات بهتر، صرفه‌جویی‌های بزرگ و استفاده دقیق‌تر از منابع شده و زندگی روزمره مردم آسان‌تر خواهد شد (اودروما و گانچف^۹، ۲۰۱۰). با یادآوری فرایند توسعه باید اذعان کرد که ساختمان‌های اداری که غالباً در تمام مشاغل و صنایع وجود دارد مورد توجه هوشمندسازی می‌باشند. فناوری اینترنت اشیا، فرصت‌های زیادی از قبیل اصلاح خدمات عمومی و افزایش امنیت در کشور را برای دولتها فراهم می‌کند. داده‌ها و اطلاعات مختلف از منابع کنترل و نظارت مانند دوربین، حسگرهای محیطی، مراکز انتشار داده در ساختمان‌های شهر و موارد دیگر تغذیه می‌شود و با به اشتراک گذاشتن این اطلاعات تجمیع شده

در طول دهه‌های اخیر، توسعه مداوم فناوری‌های ساختمان با افزایش مصرف انرژی همراه بوده است، یکی از امیدبخش‌ترین رویکردها در بهره‌وری انرژی ساختمان، هوشمندسازی ساختمان‌های اداری، ساختمان‌های تجاری و مسکونی با انجام کنترل هوشمند تأسیسات ساختمان و برقراری ارتباط مستمر با ساکنان است (وونگ، لی و وانگ^{۱۰}، ۲۰۰۵). قرن بیست و یکم شاهد یک انقلاب دیجیتالی سریع است، یک روند قابل توجه این است که محیط‌های سایبری و فیزیکی به طور بی‌سابقه‌ای با ظهور اینترنت اشیا درگیر شده‌اند، اینترنت اشیا به طور گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف صنعت غوطه‌ور شده است از جمله منطقی که اینترنت اشیا می‌تواند تأثیرات چشم‌گیری بگذارد، ساخت و ساز، بهره‌برداری و مدیریت ساختمان با ارائه خدمات کارآمد و حرکت به سمت اهداف توسعه پایدار است. محققان اخیراً از اینترنت اشیا در کاربردها و تنظیمات مختلف برای انتقال ساختمان‌های معمولی به ساختمان‌های هوشمند، کارآمد و ایمن استفاده کرده‌اند (جیا، کومیلی و وانگ^{۱۱}، ۲۰۱۹).

در حال حاضر اینترنت اشیا گرایش بعدی فناوری در حال ظهور است که بازتاب آن در طیف‌هایی از جامعه و تجارت دیده می‌شود. اگر چه تعریف آن گسترد و تغییرپذیر است، اینترنت اشیا به طور کلی به زیرساخت جهانی برای جامعه اطلاعات اشاره دارد و خدمات پیشرفته را از طریق اتصال چیزهای فیزیکی و مجازی بر اساس فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی موجود و در حال تکامل امکان‌پذیر می‌کند. اینترنت اشیا اصطلاحی است برای توصیف دنیایی که در آن اشیا قادر خواهند بود با اتصال به اینترنت یا به کمک ابزارهای ارتباطی با سایر اشیا تعامل داشته باشند و اطلاعات خود را با هم و یا با انسان‌ها به اشتراک بگذارند و سطح جدیدی از قابلیت‌ها، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها را ارائه دهند. دنیایی که در آن تمامی اشیا و دستگاه‌های نامتجانس قابلیت آدرس دهی و در نتیجه قابلیت کنترل پذیری دارند (بیزان پناه و حسنی آهنگر، ۱۳۹۵). محققان تعاریف مختلفی از اینترنت اشیا ارائه داده‌اند. آتزوری اینترنت اشیا را به عنوان شبکه‌ای از دستگاه‌های متصل تعریف کرد که براساس پروتکل‌های ارتباطی استاندارد قابل آدرس دهی منحصر به فرد هستند (آتزوری، ایرا و مورابیتو^{۱۲}، ۲۰۱۰). ساند مایکر اینترنت اشیا را به عنوان فناوری تعریف می‌کند که به شما امکان می‌دهد افراد و اشیا در هر زمان، هر مکان و با هر کسی متصل شوند، در بهترین حالت ما می‌توانیم از طریق هر مسیر / شبکه و هر سرویس دیگری از این ارتباط استفاده کنیم (ساند میکر، گیلین و فریس^{۱۳}، ۲۰۱۰). میوراندی اینترنت اشیا را به عنوان شبکه جهانی حاصل از اتصال اشیا هوشمند از طریق فناوری‌های گسترد

مدیریت شهری

فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱

Urban management
No.69 Winter 2023

5. Miorandi, Sicari & De Pellegrini
6. Mocrii, Chen & Musilek
7. Gubbi, Buyya & Marusic
8. Mazhelis, Luoma & Warma
9. O'droma & Ganchev

1. Wong, li & wang
2. Jia, Komeily & Wang
3. Atzori, Iera & Morabito
4. Sundmaeker, Guillemin & Friess

زیادی را به آن‌ها تحمیل می‌کرد. با استفاده از اینترنت اشیا در ساختمان‌های اداری، اداره برق می‌تواند مستقیم از راه دور به کنترل مصرف سازمان‌ها پرداخته و مصرف کاذب آن‌ها را هدایت کند تا مجبور به قطع برق نشود.

با وجود مطالعات مربوط به حوزه کاربردهای اینترنت اشیا، به طور عمده بر مسائل فنی تمرکز کرده‌اند و به شناسایی و دسته‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان‌های اداری نپرداخته‌اند. از این‌رو هدف این پژوهش شناسایی عوامل تأثیرگذار در هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اینترنت اشیا و شاخص‌های تأثیرگذار بر روی آن‌ها است و تلاش می‌کند به این سؤال‌ها پاسخ دهد که چه ابعاد و شاخصه‌هایی در هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اینترنت اشیا مؤثرند؟

پیشینه پژوهش

صباح کرمانی، حاج محمدی و شجاعی در سال ۱۴۰۰ در پژوهشی تحت عنوان خانه‌های هوشمند و اینترنت اشیا با بهره‌گیری از مطالعات پیشین به بررسی امکانات یک ساختمان هوشمند و نحوه اتصال و کارکرد اجزای مختلف آن با توجه به شرایط محیطی و نیازهای ساکنین پرداختند. این مقاله در پنجمین همایش بین‌المللی دانش و فناوری مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران به چاپ رسیده و نتیجه این تحقیق ارائه کاربردها و فواید اینترنت اشیا در زندگی روزمره، روند تکاملی خانه‌های هوشمند و تجهیزات و معرفی اجزای خانه‌های هوشمند می‌باشد.

بحیرینی مقدم در سال ۱۴۰۰ در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی تأثیرات بهره‌برداری از اینترنت اشیا در چرخه حیات ساختمان به بررسی مروری مطالعات و دستاوردهای حاصل از به کارگیری اینترنت اشیا در ساختمان‌های هوشمند، اقداماتی که مقتبه به کاهش مصرف انرژی و بهبود شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و زیستمحیطی ساختمان‌ها می‌شوند پرداخته است. این مقاله در پنجمین کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیا و کاربردها به چاپ رسیده و در نتیجه این پژوهش با سنجش جایگاه کنونی اینترنت اشیا در ارتقای مدیریت هوشمند ساختمان‌ها چه در دوره بهره‌برداری و چه در مراحل قبل و بعد از آن تلاش شده است، ابهامات و موضوعاتی که نیازمند مطالعات دقیق‌تر هستند شناسایی شده و رویکردهای پژوهشی جدیدی در این حوزه پیشنهاد گردد.

سیدصادق طهرانی، رضایی، رشیدزاده و میرچگینی در سال ۱۳۹۹ در پژوهشی تحت عنوان گزارش وضعیت اکوسيستم اینترنت اشیا در ایران به بررسی شرکت‌ها و استارت آپ‌ها، آموشگاه‌ها، مراکز آموزشی، آزمایشگاه‌ها، نشریات و رسانه‌های فعال در زمینه اینترنت اشیا می‌پردازد. این مقاله در فصلنامه تخصصی هوشمندسازی و اینترنت اشیا چاپ شده است. نتیجه این مقاله

می‌توان در بهبود هماهنگی داخل سازمانی ادارات، میزان مصرف انرژی آن‌ها و توسعه خدمات عمومی برای شهروندان تأثیرات مفید و بسیاری ایجاد کرد (انصاری، محمدیان و نویسنده، ۱۳۹۶).

نه تنها کشورهای در حال توسعه با مشکل کمیوب انرژی روپرتو هستند بلکه کشورهای غنی از انرژی نیز دچار این مشکل شده‌اند. به عنوان مثال، ایران ۱۰ درصد از ذخایر اثبات شده نفت جهان و ۱۵ درصد از گاز خود را در اختیار دارد و دومین صادرکننده بزرگ اوپک است. به عنوان یکی از پرانرژی‌ترین کشورهای جهان، سرانه مصرف انرژی آن ۱۵ برابر ژاپن و ۱۰ برابر اتحادیه اروپا است. اگرچه ایران در زمرة کشورهایی با منابع طبیعی فراوان مانند نفت و گاز است، اما در مواجهه با مسائل مربوط به انرژی از این قاعده مستثنی نیست. بر اساس آمار آژانس بین‌المللی انرژی، انرژی تولید شده در کشور پاسخگوی استفاده از آن نیست. در فوریه ۲۰۱۰ و پس از مشکلات اجتماعی مربوط به یارانه‌های انرژی، دولت قیمت انرژی را به منظور مدیریت روند افزایشی مصرف انرژی اصلاح کرد. طبق قانون موسوم به هدفمندی یارانه‌ها که توسط مجلس ایران تصویب شد، قیمت انرژی (بنزین، نفت، گاز مایع و نفت سفید) در ۵ سال تا ۹۰ درصد قیمت مرزی (حداقل ۷۵ درصد صادرات) افزایش یافت. قیمت بالای انرژی ممکن است منجر به کاهش مصرف انرژی تا حدی شود. در عین حال، این می‌تواند بر رفاه و راحتی کاربران تأثیر بگذارد که به نوبه خود بر بهره‌وری، روحیه و رضایت افراد تأثیر می‌گذارد. حال سوالی که به ذهن خطور می‌کند این است که چگونه می‌توان با حفظ استانداردهای بالای زندگی و بهبود رضایت کاربر، مصرف انرژی را بهینه کرد (مشیری، ۱۳۹۰)؟

در ایران سالانه انرژی زیادی در بخش خانگی، عمومی و تجاری مصرف می‌شود. بر اساس برآورد سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت، سهم مصرف سوخت در ساختمان‌ها حدود ۳۸ درصد از مصرف کل سوخت کشور است که در مقایسه با سایر بخش‌ها نظیر حمل و نقل، صنعت و کشاورزی، سهم شایان توجهی است (عرب‌زاده و کاظم‌زاده حنانی، ۱۳۸۴). علاوه بر این، مصرف گاز و برق در بخش خانگی، عمومی و تجاری در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. این در حالی است که ساختمان‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا می‌توانند مصرف انرژی را مدیریت کنند و به مردم کمک کنند کارها را به طور راحت‌تری انجام داده، در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و ضایعات را کاهش دهند (رجب‌زاده، مشتی و جهرمی، ۲۰۱۰). با توجه به مشکلات پیش‌آمده در سال‌های اخیر در کمبود انرژی‌های مصرفی ساختمان و قطعی‌های مکرر برق برای تأمین برق موردنیاز کشور هر استان مجبور به زمان‌بندی قطع برق شده و با توجه به الکترونیکی بودن اکثر خدمات اداری در کشور عمل نهاده است کاری ادارات هدر رفته و هزینه‌های جانبی

1. Moshiri

2. Rajabzadeh, Manashty & Jahromi

بیشترین میزان اهمیت را در بین کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان دارند.

علامه، تاجفر و قیصری در سال ۱۳۹۵ در پژوهشی تحت عنوان ارتقاء امنیت در خانه‌های هوشمند با استفاده از فناوری اینترنت اشیا به بررسی خودکار سازی امنیت خانه‌ها با استفاده از فناوری اینترنت اشیا توسعه راهبرد Agent-base در دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی می‌پردازد. در نتیجه با بررسی این مقاله می‌توانیم نگاهی به آینده کنیم، جایی که از خانه خود خارج می‌شویم بی‌آنکه نگران به خطر افتادن امنیت اموال و خانه خود گردیم، آینده‌ای که تمام ابزارهای موجود دست به دست هم می‌دهند و هر کدام گوشاهی از کار بزرگ‌تر را بر عهده می‌گیرند و آن کار را به انجام می‌رسانند، به علت خاصیت راهبرد بر پایه عامل اگر هر کدام از عوامل به هر علتی از سیستم خارج شوند بقیه عوامل می‌توانند نقش آن را بر عهده بگیرند تا سیستم با تمام توان باقی‌مانده به کار خود ادامه دهد و به همین علت برای امور امنیتی بهترین راهبردی است که پیشنهاد می‌گردد.

پارسی، کیانی نیکو و محمدیان در سال ۹۵ در پژوهشی تحت عنوان مدل‌های کسبوکار مبتنی بر اینترنت اشیا به بررسی یک مدل کسبوکار که مبتنی بر یافته‌های هالر هست در کنفرانس بین‌المللی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات می‌پردازد. نتیجه پژوهش وی مدل کسبوکار به عنوان طرح اجرا شده توسعه یک شرکت برای تولید درآمد و ایجاد سود در کسبوکار خود تعریف می‌گردد. هدف از این مقاله الهام بخشیدن به نوآوری‌ها در کسبوکار و جوامع بزرگ برای توسعه‌ی مدل‌های کسبوکار با استفاده از اینترنت اشیا است. چارچوب کلی مدل‌های کسبوکار در اینترنت اشیا موردنبررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بر اساس مستندات موجود، چارچوب پیشنهادی ارائه شد.

مسچی، عباس زاده و قیصری در سال ۱۳۹۵ در پژوهشی تحت عنوان مقایسه معماری‌های پر کاربرد در اینترنت اشیا به بررسی جامع در حوزه اینترنت اشیا به همراه نیازمندی‌های امنیتی، حریم خصوصی و اعتماد آن در سومین کنفرانس بین‌المللی نوآوری‌های اخیر در مهندسی برق و کامپیوتر می‌پردازد. نتیجه پژوهش وی با توجه به نیازمندی‌های امنیتی (امنیت، حریم خصوصی و اعتماد) استخراج شده و معماری‌های پیشنهادی فوق، به نظر می‌رسد که ترکیب معماری‌های IOT-A و WOA بتواند یک معماری بسیار مناسب برای پوشش مسائل امنیتی مرتبط با اینترنت اشیاء باشد. در واقع IOT-A توصیه‌های لازم جهت یکپارچه‌سازی و سازگاری معماری امنیتی با تمام دستگاهها را ارائه می‌دهد و WOA نیز روند دقیق استفاده از فناوری اینترنت اشیا را در عمل مشخص می‌کند که تحت توصیه‌های امنیتی IOT-A باید عمل کند.

ارائه لیست کامل از شرکت‌ها و مراکز فعال در زمینه اینترنت اشیا در ایران است.

رزمی شندی، نوروزی، علی پورحافظی در سال ۱۳۹۹ در پژوهشی تحت عنوان ارائه الگوی مفهومی به کارگیری اینترنت اشیا در خدمات نوین کتابخانه‌های دیجیتال ایران به بررسی و ارائه الگویی جهت بهره‌برداری از اینترنت اشیا در ارائه خدمات در کتابخانه‌های دیجیتال ایران در پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات می‌پردازد. نتیجه پژوهش وی این است که پژوهش حاضر از نخستین کوشش‌ها برای برقراری پیوند میان مباحث فنی اینترنت اشیا و کتابخانه‌های دیجیتال در ایران است. به نظر می‌رسد که الگوی پیشنهاد شده در این مقاله، کتابخانه‌های دیجیتال ایران را یک گام به بهره‌گیری کاربردی از فناوری اینترنت اشیا نزدیک می‌سازد. از این‌رو، می‌توان گفت این مقاله شکاف میان نظریه و عمل در حوزه کاربرد اینترنت اشیا در کتابخانه‌های دیجیتال را پر می‌کند.

یزدان پناه و حسنی آهنگر در سال ۱۳۹۸ در پژوهشی تحت عنوان اینترنت اشیا (IOT): کاربردها، فناوری‌ها و چالش‌های مورد بحث به بررسی ایده اینترنت اشیا، نوآوری آینده در زمینه تکنولوژی‌های بی‌سیم محسوب می‌شود و در بسیاری از زمینه‌ها و حوزه‌ها دارای کاربرد است از دیدگاه‌های مختلف می‌پردازد و سپس کاربردهای آن را در زمینه‌ها و حوزه‌های گوناگون معرفی می‌کند. این مقاله در هشتمین کنفرانس بین‌المللی فناوری اطلاعات و دانش چاپ شده است. نتیجه این مقاله بررسی این ایده، کاربردهای آن در حوزه‌های مختلف و جدیدترین فناوری‌های ارائه شده برای پیاده‌سازی آن پرداخته شد و همچنین تعدادی از مهم‌ترین چالش‌های کلیدی مورد بحث در اینترنت اشیا موردنبررسی قرار گرفت.

انصاری، محمدیان و نویسنده در سال ۱۳۹۶ در پژوهشی تحت عنوان شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در خانه هوشمند با استفاده از روش فراترکیب در مجله مدیریت فناوری اطلاعات به شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان می‌پردازد. در نتیجه پژوهش وی هفت کاربرد شناسایی گردید که عبارتند از: مدیریت مصرف برق، سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای کاهش مصرف آب، تأمین امنیت ساختمان و محله، نظارت بر سلامت، مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان و اتomasیون لوازم خانگی. در بین کاربردهای شناسایی شده، کاربرد اتomasیون لوازم خانگی بیشترین تعداد ارجاع مقاله را (۲۹) به خود اختصاص داده است و پس از آن، کاربرد مدیریت مصرف برق با ۲۷ ارجاع، کاربرد نظارت بر سلامت با ۲۴ ارجاع، کاربرد سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا با ۱۵ ارجاع، کاربرد تأمین امنیت ساختمان و محله با ۱۲ ارجاع، کاربرد مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان با ۱۰ ارجاع و کاربرد کاهش مصرف آب با ۴ ارجاع بیشترین تعداد ارجاع در مقالات را داشته‌اند. بنابراین کاربردهای اتomasیون لوازم خانگی، مدیریت مصرف برق و نظارت بر سلامت، به ترتیب

صنعت ساخت‌وساز است و تأثیر طولانی‌مدت آن گسترده است. تحقیقات در این منطقه در مرحله رشد جنبی است اما به سرعت در حال رشد است پس موارد برجسته اصلی را بیان می‌کند.

مفیدی و اکبری^۵ در سال ۲۰۲۰ تحت پژوهشی با عنوان ساختمان‌های هوشمند: یک نمای کلی در مجله انرژی و ساختمان‌ها به بررسی موضوعات مربوط به بهره‌برداری بهینه از ساختمان‌های هوشمند با توجه به راحتی استفاده کنندگان و مصرف انرژی پرداخته است. نتیجه پژوهش وی نشان می‌دهد برای بهینه‌سازی هم‌زمان هزینه‌های انرژی و کیفیت محیط داخلی، ساختمان‌های هوشمند باید چندین ورودی مداوم در حال تغییر را در نظر بگیرند از جمله فرایندهای تبادل انرژی در ساختمان، مجموعه‌ای از پارامترهای محیط داخلی و خارجی، قیمت انرژی، حضور ساکنان، تنظیمات ترجیحی و رفتار در داخل ساختمان؛ بنابراین، برای تصمیم‌گیری بهینه برای محیط داخلی، یک چارچوب کامل مشکل از روش‌های محاسباتی و بهینه‌سازی روش‌ها، نظرات بر محیط‌زیست و روش‌های مدل‌سازی رفتار و همچین راحتی، بهره‌وری و مطالعات رفتاری را ارائه می‌دهد.

یانگ، لی و لی^۶ در سال ۲۰۲۰ تحت پژوهشی با عنوان یک مدل تصمیم‌گیری بهینه و مبتنی بر محدودیت فعلی و محدودیت منابع برای نمونه کارها سیستم مدیریت ساختمان هوشمند اینترنت اشیاگرا در مجله شهرها و جامعه پایدار به بررسی و یافتن عوامل تعیین‌کننده کلیدی است که نمونه کارهایی بهینه از سیستم‌های مدیریت ساختمان هوشمند اینترنت اشیاگرا (IBMS) را برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌کند. نتیجه پژوهش وی ارائه یک مدل تصمیم جدید در ادغام ABC و محدودیت‌های متابع در انتخاب بهینه IBMS است.

جیا، کومیلی و وانگ در سال ۲۰۱۹ در پژوهشی تحت عنوان استفاده از اینترنت اشیا برای توسعه ساختمان‌های هوشمند: مروری بر فناوری‌ها و برنامه‌های کاربردی به بررسی پژوهش‌های پیشرفتی و تصویب اینترنت اشیا برای توسعه ساختمان‌های هوشمند در دو صنعت ساختمان و اینترنت اشیا می‌پردازد. این پژوهش در مجله اتوماسیون در ساخت‌وساز به چاپ رسیده است. نتیجه این مقاله با تمرکز بر یک بخش مهم از چشم‌اندازهای، سهم تحقیق فعلی و پتانسیل‌های اینده اینترنت اشیا را در جهت اهداف پیش‌بینی شده از ساختمان‌های هوشمند بررسی کرده است. فناوری‌های معمولی توانمندسازی اینترنت اشیا در توالی معماري اینترنت اشیا عموماً در سه لایه، یعنی لایه درک، لایه شبکه و لایه کاربرد ارائه می‌شوند. پیشرفته‌ترین فناوری‌های زیرخطی استفاده شده در هر لایه، استانداردها / پروتکل‌های توسعه هر لایه و ارتباطات صنعت ساختمان در هر لایه توضیح داده شد.

حسیجا، شامولا و ساکستا^۷ در سال ۲۰۱۹ در پژوهشی تحت

5. Mofidi & Akbari
6. Yang, Lee & Li
7. Hassija, Chamola & Saxena

لوال و رفسنجانی^۱ در سال ۲۰۲۱ تحت پژوهشی با عنوان روندهای مزايا، خطرات و چالش‌های اجرای اینترنت اشیا در ساختمان‌های مسکونی و تجاری در مجله انرژی و محیط ساخته شده به ارائه یک بررسی جامع از کارهای تحقیقاتی در مورد فناوری‌ها و کاربردهای موجود اینترنت اشیا در ساختمان‌های مسکونی و تجاری پرداخته است. نتیجه پژوهش وی مروی دقیق و به روز از وضعیت هنر رویکردهای اینترنت اشیا در ساختمان‌های مسکونی و تجاری ارائه شده است. ادبیات چشم‌اندازها و رویکردهای مختلفی را ارائه داده است که یک تخته پرش برای ارزیابی آینده در این حوزه ارائه می‌دهد.

دایساوی، بولماکول و کریم^۲ در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی تحت عنوان اینترنت اشیا و تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ برای ساختمان‌های هوشمند: یک نظرسنجی به بررسی مروی بر کارهای مرتبط با اینترنت اشیا، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ در ساختمان‌های هوشمند در مجله پرسیدیا پرداخته است. نتیجه پژوهش وی ارائه یک هنر پیشرفته در مورد تحقیقات مربوط به توسعه ساختمان هوشمند است. ابتدا، در مورد استفاده از اینترنت اشیا بحث کرده که فرصت‌های جدیدی را برای مدیریت هوشمند ساختمان فراهم می‌کند. حجم زیادی از داده‌های جمع‌آوری شده از شبکه‌های حسگر، پایگاه داده بزرگ را تقدیم می‌کند و بعد تحلیلی عمیقی را برای شناسایی نیازهای اپراتورهای ساختمان هوشمند بر اساس مدل‌ها باز می‌کند.

کارلی، کاون و بن‌عثمان^۳ در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی تحت عنوان معماری مبتنی بر اینترنت اشیا برای کنترل پیش‌بینی مدل سیستم‌های HVAC در ساختمان‌های هوشمند به بررسی معماری مبتنی بر اینترنت اشیا برای اجرای کنترل پیش‌بینی مدل (MPC) سیستم‌های HVAC در محیط‌های واقعی در مجله سنسور پرداخته است. در نتیجه پژوهش وی یک معماری مبتنی بر اینترنت اشیا برای کنترل پیش‌بینی مدل (MPC) سیستم‌های HVAC ارائه می‌دهد که راحتی حرارتی داخلی و مصرف انرژی را بهینه می‌کند.

قوش، ادواردز و حسینی^۴ در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی تحت عنوان الگوها و روندهای تحقیق در اینترنت اشیا (اینترنت اشیا): کاربردهای آینده در صنعت ساخت‌وساز می‌کوشند تا با استفاده از یک ابزار نقشه‌برداری علمی به عنوان مثال (VOSviewer) سطح اهمیت ادراک شده مربوط به مناطق اصلی تحقیقات مرتبط با اینترنت اشیا و صنعت ساختمان را شناسایی و رتبه‌بندی کند این پژوهش در مجله مهندسی، ساخت‌وساز و مدیریت معماری چاپ شده است. نتیجه پژوهش وی به این مسئله می‌پردازد که اینترنت اشیا یکی از ابزارهای نوظهور صنعت^۵ موجود در

1. Lawal & Rafsanjani
2. Daissaoui, Boulmakoul & Karim
3. Carli, Cavone & Ben Othman
4. Ghosh, Edwards & Hosseini

انرژی است. بسیاری از عناصر و ابعاد مشخصه ساختمان‌های هوشمند از بررسی ادبیات موجود پدیدار می‌شوند. با این وجود، چندین تلاش برای پذیرفتن همه شاخص‌ها در یک تعریف صورت گرفته است.

لمنین، راجاهونکا و وسترلوند^۳ در سال ۲۰۱۵ در پژوهشی تحت عنوان مدل‌های اقتصادی اکوسیستم برای اینترنت اشیا استدلال می‌کند که نگاه اکوسیستم به مدل‌های تجارتی به درک مدل‌های احتمالی اینترنت اشیا و چالش‌های ایجاد آن‌ها کمک می‌کند. این پژوهش در مجله اینترنت اشیا فنلاند به چاپ رسیده است. نتیجه پژوهش وی سه یافته اساسی مدل‌های تجارتی اکوسیستم در زمینه اینترنت اشیا را بر جسته می‌کند. اول، گرایشی به سمت کاربردهای باز افقی اینترنت اشیا وجود دارد که در صایع مختلف گسترش می‌یابد. دوم، هم ارائه‌دهندگان و هم مشتریان در اکوسیستم‌های نوظهور هنوز در جستجوی نقش خود هستند.

مازلیس، لوما و وارما در سال ۲۰۱۲ در پژوهشی تحت عنوان تعریف اکوسیستم اینترنت اشیا در مجله برلین هایدلبرگ به بررسی اکوسیستم زندگی طبیعی و استفاده از آن برای تعریف اکوسیستم اینترنت اشیا پرداخته است و نتیجه پژوهش وی ارائه مدل مفهومی اکوسیستم اینترنت اشیا می‌باشد.

عنوان بررسی امنیت اینترنت اشیا: مناطق کاربرد، تهدیدات امنیتی و معماری راه حل به بررسی دقیق چالش‌های مربوط به امنیت و منابع تهدید در برنامه‌های اینترنت اشیا پرداخته شده است. پس از بحث در مورد مسائل امنیتی، فناوری‌های مختلف نوظهور و موجود متمرکز بر دستیابی به درجه بالایی از اعتماد به برنامه‌های اینترنت اشیا مورد بحث قرار می‌گیرند. این پژوهش در مجله موسسه دسترسی مهندسان برق و الکترونیک به چاپ رسیده و نتیجه این پژوهش تهدیدات امنیتی مختلفی را در لایه‌های مختلف برنامه اینترنت اشیا بررسی و ارائه داده. موارد مربوط به لایه سنجش، لایه شبکه، لایه میان‌افزار، دروازه‌ها و لایه برنامه را پوشش داده است. همچنین در مورد راه حل‌های موجود و آینده برای تهدیدات امنیتی اینترنت اشیا از جمله بلاکچین، محاسبات لبه‌ای و یادگیری ماشین بحث کرده است.

موکری، چن و موسیلک در سال ۲۰۱۸ در پژوهشی تحت عنوان خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت: مرور معماری سیستم، نرم‌افزار، ارتباطات، حریم خصوصی و امنیت در این مقاله مورود بر فناوری‌های اصلی خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا ارائه شده است این پژوهش در مجله اینترنت اشیا به چاپ رسیده و نتیجه این پژوهش با تعریف خانه هوشمند شروع می‌شود که چشم‌انداز اتخاذ شده در بررسی را تعیین می‌کند. علاوه بر توصیف عملکردهای مکمل کاربر و سیستم خانه هوشمند، یک معماری مبتنی بر اینترنت اشیا عمومی را معرفی می‌کند و برای مشکلات نرم‌افزاری و امنیتی راه حل ارائه می‌کند.

متالو، آگریفوگلیو و شیاوونه^۱ در سال ۲۰۱۸ در پژوهشی تحت عنوان درک مدل کسب‌وکار در صنعت اینترنت اشیا به بررسی نتایج یک تحقیق اکتشافی در مورد چگونگی ساخت و نوآوری مدل تجارتی (BM) توسط سازمان‌های فعال در صنعت اینترنت اشیا در مجله پیش‌بینی فناوری و تغییرات اجتماعی می‌پردازد. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد که تفاوت اصلی در فرایندهای ایجاد BM و نوآوری به توانایی‌ها و شایستگی‌های مختلف سازمان‌ها بستگی دارد؛ بنابراین این مطالعه درک تئوری از عوامل حیاتی برای فرآیند ایجاد ارزش در سازمان‌های صنعت اینترنت اشیا را پیشرفت می‌دهد و پیامدهای جالبی را برای تئوری و عملکرد مدیریت ارائه می‌دهد.

عمر^۲ در سال ۲۰۱۸ در پژوهشی تحت عنوان ساختمان هوشمند، تعاریف، عوامل و معیارهای ارزیابی انتخاب در مجله مهندسی اسکندریه به بررسی و ارائه یک چارچوب چند معیاره متشکل از شصت و هشت فاکتور در سطح هسته به عنوان ابزاری جامع برای طبقه‌بندی انتخابی ساختمان‌های هوشمند ارائه می‌دهد. نتیجه پژوهش وی توضیح می‌دهد که تعریف ساختمان‌های هوشمند چندوجهی است. شرح ساختمان‌های هوشمند اکنون شامل راحتی کاربر، ایمنی، امنیت، تکنیک‌های محیطی و تکنیک‌های مصرف

1. Metallo, Agrifoglio & Schiavone
2. Omar

3. Leminen, Rajahonka & Westerlund

جدول ۱. پیشینه پژوهش‌های انجام شده

سال	نام محقق	عنوان تحقیق	متغیرها
۱۴۰۰	صباح کرمانی، حاج محمدی و شجاعی	خانه‌های هوشمند و اینترنت اشیا	کنترل کننده مرکزی، سنسورهای هوشمندسازی، پنجره‌های هوشمند، سیستم اعلام حریق هوشمند، قفل‌های هوشمند، پارکینگ هوشمند، جاروبرقی هوشمند.
۱۴۰۰	بهرینی مقدم	ارزیابی تأثیرات بهره‌برداری از اینترنت اشیا در چرخه حیات ساختمان	
۱۳۹۹	سیدصادق طهرانی، رضایی و روشنزاده	گزارش وضعیت اکوپیستم اینترنت اشیا در ایران	شرکت‌ها و استارت آپ‌ها، آموزشگاه‌ها و مراکز آموزشی، آزمایشگاه‌ها، نشریات و رسانه‌ها، شتابدهنده‌ها
۱۳۹۹	رزمی شندی، نوروزی، علی پورحافظی	ارائه الگوی مفهومی به کارگیری اینترنت اشیا در خدمات نوین کتابخانه‌های دیجیتال ایران	ویژگی‌های ساخت‌افزاری، امکانات نرم‌افزاری، زیرساخت‌های شبکه‌ای و مخابراتی، استانداردها، مسائل امنیتی و رسانه‌ها، ویژگی‌های منابع انسانی
۱۳۹۸	بیزدان پناه و حسنی آهنگر	اینترنت اشیا (IOT): کاربردها، فناوری‌ها و چالش‌های مورد بحث	خانه هوشمند، شهر هوشمند، کسب‌وکار هوشمند، حوضه نظامی، حوضه بهداشت و سلامت
۱۳۹۶	انصاری، محمدیان و نویسنده	شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در خانه هوشمند با استفاده از روش فراترکیب	مدیریت مصرف برق، سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای کاهش مصرف آب، تأمین امنیت ساختمان و محله
۱۳۹۵	علامه، تاجفر و قیصری	ارقاء امنیت در خانه‌های هوشمند با استفاده از فناوری اینترنت اشیا	اطلاع‌رسانی‌ها با گوشی تلفن‌های هوشمند، تبادل اطلاعات با اینترنت
۱۳۹۵	پارسی، کیانی نیکو و محمدیان	مدل‌های کسب‌وکار مبتنی بر اینترنت اشیا	افزونه دیجیتالی، قفل ورود دیجیتالی، محصولات به عنوان نقاطی از فروش، موضوع خود یاوری، استفاده و نظارت بر شرایط از راه دور
۱۳۹۵	محمدحسین مسچی	مقایسه معماری‌های پر کاربرد در اینترنت اشیا	کارایی، فعالیت‌ها، کاربردها
۲۰۲۱	لوال و رفستجانی	روندهای، مزایا، خطرات و چالش‌های اجرای اینترنت اشیا در ساختمان‌های مسکونی و تجاری	لایه فیزیکی، لایه ابر، لایه ارتباطی، لایه سرویس
۲۰۲۰	دایساوی، بولماکول و کریم	اینترنت اشیا و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ برای ساختمان‌های هوشمند: یک نظرسنجی	مدیریت امکانات، مدیریت انرژی، ردیابی مکان منابع، افزایش راحتی داخلی
۲۰۲۰	کارلی، کاون و بنعثمان	معماری مبتنی بر اینترنت اشیا برای کنترل پیش‌بینی مدل سیستم‌های HVAC در ساختمان‌های هوشمند	دستگاه‌های پشتیبانی بردار، مجموعه‌ای از مازول‌های HVAC در واژه‌ای که شبکه سنسورها و محرك‌ها را به اینترنت متصل می‌کند.
۲۰۲۰	قوش، ادواردز و حسینی	الگوها و روندهای تحقیق در اینترنت اشیا: کاربردهای آینده در صنعت ساخت و ساز	پیدا کردن تحقیقات مرتبط با اینترنت اشیا و صنعت ساختمان تجزیه و تحلیل، علم‌سنجی و تجزیه و تحلیل کیفی
۲۰۲۰	مفیدی و اکبری	ساختمان‌های هوشمند: یک نمای کلی	آسیش حرارتی، راحتی حرارتی تطبیقی، کیفیت هوای داخل، راحتی بصری.
۲۰۲۰	یانگ، لی و لی	یک مدل تصمیم‌گیری پهنه و مبنی بر محدودیت فعالیت و محدودیت منابع برای نمونه کارها سیستم مدیریت ساختمان هوشمند اینترنت اشیا	پتانسیل توسعه بازار، توسعه فاکوری هوشمند، پشتیبانی از مقررات نظارتی، معیارهای ارزیابی سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، منفعت اقتصادی اجتماعی
۲۰۱۹	جیا، کومبیلی و وانگ	استفاده از اینترنت اشیا برای توسعه ساختمان‌های هوشمند: مروری بر فناوری‌ها و برنامه‌های کاربردی	مدیریت انرژی، محلی‌سازی ردیابی منابع، مدیریت امکانات، افزایش راحتی در داخل
۲۰۱۹	حسیجا، شامولا و ساکسنا	بررسی امنیت اینترنت اشیا: مناطق کاربرد، تهدیدات امنیتی و معماری راه حل	زمینه‌های کاربردی انتقادی امنیت اینترنت اشیا، منابع تهدیدات امنیتی در اینترنت از برنامه‌های کاربردی، بهبودها و پیشرفت‌هایی که برای آینده برنامه‌های اینترنت اشیا لازم است
۲۰۱۸	موکری، چن و موسیلک	عنوان خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت: مرور معماری سیستم، نرم‌افزار، ارتباطات، حریم خصوصی و امنیت	استفاده از نرم‌افزارها و هماهنگی بین تجهیزات خانه هوشمند
۲۰۱۸	متالو، آگریفوگلیو و شیاونه	درک مدل کسب‌وکار در صنعت اینترنت اشیا	مهم‌ترین عناصر سازنده، فعالیت‌های کلیدی، منابع کلیدی و ارزش پیشنهادی
۲۰۱۸	اسامه عمر	ساختمان هوشمند، تعاریف، عوامل و معیارهای ارزیابی انتخاب	عوامل و چارچوب ساختمان هوشمند، کنترل ساختمان، مصرف انرژی و صرفه‌جویی
۲۰۱۵	لمین، راجاچونکا و وسترلوند	مدل‌های اقتصادی اکوپیستم برای اینترنت اشیا	شرکت‌های اینترنت اشیا، برنامه‌های گسترش در چندین صنعت
۲۰۱۲	ماژلیس، لوما و وارما	تعريف اکوپیستم اینترنت اشیا	هسته، بستر ساخت‌افزاری، بستر نرم‌افزاری، استانداردها

روش‌شناسی پژوهش

نفر سابقه بین ۱۰ تا ۱۵ سال، ۱۳ نفر سابقه ۱۵ تا ۲۰ سال، ۱۱ نفر سابقه ۲۰ تا ۲۵ سال و ۸ نفر سابقه بیش از ۲۵ سال داشتند).

مطالعات کتابخانه‌ای

برای جمع‌آوری عوامل و شاخص‌های این پژوهش از مقالات مرتبط با تعریف مبانی اکوسیستم، هوشمندسازی ساختمان، اینترنت اشیا و سایت‌های معتبر ارائه‌دهنده خدمات هوشمندسازی ساختمان استفاده شده است که در نتیجه ۷ عامل اصلی و ۴۲ شاخص شناسایی و استخراج شد، شاخص‌های شناسایی شده بر اساس مفهوم، کارایی و کاربرد در زیرمجموعه عوامل شناسایی شده در جدول ۲ قرار داده شد.

بیان یافته‌ها و نتایج

مرحله اول: دلفی فازی

روش دلفی فازی در دهه ۱۹۸۰ میلادی از سوی کافمن و گوپتا برای غلبه بر نقص‌های موجود ابداع شد بعدها پژوهشگران دیگر روش‌های متعددی را برای روش دلفی فازی ارائه کردند که هر یک ویژگی‌های خاص خود را داشت. اغلب، در نظرات خبرگان عدم قطعیت وجود دارد و از آنجا که این نوع عدم قطعیت با مجموعه‌های فازی سازگاری دارد، بهتر است داده‌ها با اعداد فازی نمایش داده شوند و از مجموعه‌های فازی برای تحلیل نظرات خبرگان استفاده شود (هسو و همکاران، ۲۰۱۰). روش‌های دلفی فازی متعدد و مختلفی توسط پژوهشگران تاکنون عرضه شده است و در پژوهش‌های متعددی نیز از این روش استفاده شده است. در این پژوهش به طور مشخص از روش پیشنهاد شده چنگ و لین استفاده شده است (چنگ و لین، ۲۰۰۲). در روش پیشنهادی ایشان، دستور توقف دلفی فازی زمانی است که تفاوت میانگین نظرات درخصوص یک عامل کمتر از مقدار مشخصی به نام β شود. در این پژوهش، با توجه به طیف فازی مورد استفاده ما این مقدار برابر $2/0$ در نظر گرفته شده است.

این پژوهش از حیث هدف کاربردی است زیرا نتایج آن قابل استفاده برای هوشمندسازی ساختمان‌های اداری می‌باشد. با عنایت به استفاده از تحقیقات پیشین برای رسیدن به شاخص‌های اولیه و تهیه پرسش‌نامه اولیه دلفی فازی و سپس پرسش‌نامه مقایسات زوجی و اخذ نظر خبرگان، که منجر به ارائه مدل شده است، لذا پژوهش، توصیفی و پیمایشی و از نوع اکتشافی می‌باشد. در ادامه پژوهش در بخش کمی جهت تأیید مدل استخراجی اکتشافی از تحلیل عاملی تأییدی بهره می‌بریم. در کل با توجه به موارد فوق و استفاده از روش کیفی و کمی در این پژوهش، پژوهش از نوع آمیخته می‌باشد.

در این تحقیق برای استخراج متغیرهای اولیه و عمومی مؤثر بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا از روش مطالعات کتابخانه‌ای با مطالعه مقالات مرتبط، کتب و پایان‌نامه‌ها و سایت‌های معتبر اینترنتی استفاده کرده و سپس پرسش‌نامه اولیه روش دلفی فازی را آماده کردیم و بعد از محاسبات دلفی مدل کیفی ارائه شد، شاخص‌های استخراج شده در بخش کیفی مبنای پرسش‌نامه بخش کمی قرار گرفت و برای اعتبار سنجی مدل کیفی ارائه شده، از روش تحلیل عاملی تأییدی با معادلات ساختاری (PLS) و نرم‌افزار SmartPLS استفاده شده است. در بخش کمی روش‌های توصیفی که مورد استفاده قرار گرفته است عبارتند از: آزمون‌های فراوانی مانند میانگین‌ها، درصدها، انحراف استاندارد، جداول و نمودارها که با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ۲۲ و SmartPLS انجام شده است.

جامعه آماری این تحقیق شامل خبرگان این صنعت در کشور با استفاده از اطلاعات مرکز تحقیقات اینترنت اشیا استفاده شده است که در بخش کیفی از تعداد ۱۵ نفر از خبرگان شرکت‌های مرتبط هوشمندسازی ساختمان که در مشاغل مدیرعاملی و عضویت در هیئت‌مدیره با حداقل مدرک کارشناسی و ۵ سال سابقه در این صنعت شامل (مدارک تحصیلی ۶ نفر کارشناسی، ۸ نفر کارشناسی ارشد و ۱ نفر مدرک دکتری)، برای پاسخ به پرسش‌نامه دلفی فازی استفاده شد و در این مرحله از نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است. در بخش کمی از تمام شرکت‌کنندگان نشست تخصصی هوشمندسازی و اتوماسیون ساختمان در تاریخ ۹۸/۰۹/۲۴ برگزار شده توسط نظام‌مهندسي استان تهران و چهارمین همایش ملی ساختمان پایدار مصرف بهینه انرژی در تاریخ ۹۸/۰۹/۱۱ برگزار شده توسط نظام‌مهندسي استان تهران استفاده شده است که تعداد نمونه از طریق نمونه‌گیری در دسترس انجام شد در نتیجه مجموع شرکت‌کنندگان دو نشست ۱۲۳ نفر می‌باشند که در مجموع ۹۶ پاسخ‌نامه دریافت و مبنای محاسبات قرار گرفت، (از تعداد ۹۶ پاسخ‌نامه استفاده شده ۵۱ نفر دارای مدرک کارشناسی، ۳۸ نفر کارشناسی ارشد و ۷ نفر دکتری و بالاتر می‌باشند که تعداد ۴۰ نفر سابقه کمتر از ۱۰ سال، ۲۴

مدیریت شهری

فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱

Urban management
No.69 Winter 2023

جدول ۲. عوامل و شاخص‌های شناسایی شده‌ی پژوهش

عنوان	ردیف	شاخص	ردیف	شاخص	ردیف	عنوان
عوامل قانونی و دولتی	۱	مدیریت در مصرف انرژی و منابع کشور	هزینه و امنیت	۲۲	اتصال سیستم‌های امنیتی ساختمان اداری به مراکز پلیس	عوامل اقتصادی و اجتماعی
	۲	نظارت بر مصرف انرژی توسط سازمان‌های ذی‌ربط		۲۳	کنترل هوشمند نشت گاز و قطع شیر اصلی	
	۳	استانداردهای موجود در زمینه هوشمندسازی		۲۴	کنترل هوشمند سیستم اعلام و اطفاء حریق	
	۴	از مدار خارج کردن تجهیزات غیرضروری در زمان‌های اوج صرف به صورت خودکار		۲۵	مدیریت واقع بحرانی در ساختمان به صورت هوشمند	
	۵	کاهش هزینه مصرف برق، آب و گاز	خدمات و کاربردها	۲۶	کنترل هوشمند پارکینگ‌ها و ورود و خروج خودروها و افراد	بنیاد انسانی
	۶	تفکیک مجزای مصارف انرژی (آب و برق و گاز) و گزارش‌گیری از مصرف و هزینه انرژی هر یک از واحدها		۲۷	تهویه و گردش هوا به صورت هوشمند	
	۷	کاهش استهلاک، هزینه‌های تعمیر و نگهداری		۲۸	اطلاع‌رسانی‌ها با گوشی تلفن‌های هوشمند	
	۸	افزایش راندمان کارمندان در انجام وظایف		۲۹	اتوماسیون بین بخش‌های مختلف ساختمان اداری	
	۹	کاهش مدت زمان ارائه خدمات و صرفه‌جویی در زمان مراجه‌کننده		۳۰	کنترل اتوماتیک روشناپی	
	۱۰	نویت‌دهی و ارائه خدمات آنلاین و هوشمند به مراجعان		۳۱	ایجاد ساریوهای مختلف برای مدیریت هوشمند ساختمان	
	۱۱	نیروی انسانی متخصص جهت اجرا و پشتیبانی تجهیزات		۳۲	کنترل هوشمند کلیه آسانسورها و پله‌های برقی	
	۱۲	مدیریت متتمرکز ساختمان اداری با حداقل نیروی انسانی		۳۳	مدیریت و عیب‌یابی هوشمند تأسیسات ساختمانی	
ارتباطات	۱۳	آسایش و راحتی کارکنان	امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	۳۴	اینترنت پرسرعت	
	۱۴	استفاده و نظارت بر شرایط از راه دور با اینترنت		۳۵	استفاده از نرم‌افزارها و هم‌انگی بین تجهیزات	
	۱۵	ارتباط هوشمند با مراکز و سازمان‌های خدماتی		۳۶	زیرساخت‌های شبکه‌ای و مخابراتی	
	۱۶	تبدیل اطلاعات با اینترنت		۳۷	شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات تخصصی	
	۱۷	اتصال سیستم‌های هوشمند به پورتال مرکزی ساختمان		۳۸	پنل دیواری برای کنترل امکانات	
	۱۸	اتصال مراکز مختلف یک سازمان به ساختمان مرکزی		۳۹	سنسرهای حرکتی و حضور	
	۱۹	تأثیین امنیت محیط ساختمان		۴۰	سیستم صوتی و تصویری	
	۲۰	امنیت دسترسی به اطلاعات و کنترل ساختمان		۴۱	سور هوشمند	
	۲۱	کنترل دسترسی پرسنل به نقاط مختلف ساختمان		۴۲	سیستم‌های امنیتی و دوربین‌ها	

گام اول: طراحی پرسشنامه خبرگان (دلیلی فازی دور اول)

برای پرسشنامه سؤال (به نظر شما هر یک از شاخص‌های زیر در "هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا" چه میزان اهمیت دارد؟) مطرح شد.

با توجه به هدف این پژوهش، جهت طراحی پرسشنامه برای پاسخ‌گویی از طیف ۷ درجه لیکرت استفاده شد.

گام دوم: جمع‌آوری نظرات خبرگان (دور اول)

در این مرحله پرسشنامه دور اول دلیلی فازی در اختیار جامعه خبرگان تحقیق قرار گرفت و پاسخ‌نامه‌ها دریافت و تجمعی شد.

گام سوم: فازی‌سازی دیدگاه خبرگان

برای فازی‌سازی دیدگاه خبرگان از تکنیک اعداد فازی مثالی به شرح جدول شماره ۲ استفاده می‌کنیم.

جدول ۳. اعداد فازی مثلثی (بوزون، گویندان، کامپوس و رودریگز^۱، ۲۰۱۶)

کامل‌با اهمیت	خیلی با اهمیت	با اهمیت	متوسط	بی‌اهمیت	خیلی بی‌اهمیت	کامل‌بی‌اهمیت	متغیر کلامی
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	معادل قطعی
(۰/۹، ۱، ۱)	(۰/۷، ۰/۹، ۱)	(۰/۵، ۰/۷، ۰/۹)	(۰/۳، ۰/۵، ۰/۷)	(۰/۱، ۰/۳، ۰/۵)	(۰/۱، ۰/۳)	(۰/۱)	عدد فازی مثلثی

گام چهارم: محاسبه ارزش فازی هر سؤال

پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان در این مرحله بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده به محاسبه ارزش فازی هر یک از سؤالات (شاخص‌ها) می‌پردازیم. برای محاسبه ارزش فازی هر یک از سؤالات از رابطه ۱، ۲ و ۳ استفاده می‌کنیم.

با فرض اینکه ارزش فازی هر یک از سؤالات به صورت $\tilde{A}_j = (L_j \cdot M_j \cdot U_j)$ نمایش داده شود، به‌طوری که حد پایین، L_j حد وسط و U_j حد بالای این عدد فازی باشد خواهیم داشت:

$$L_j = \text{Min}(x_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۱}$$

$$M_j = \left(\prod_{i=1}^{n,m} x_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۲}$$

$$U_j = \text{Max}(x_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \quad \text{رابطه ۳}$$



فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱

Urban management
No.69 Winter 2023

گام پنجم: تبدیل ارزش فازی به دست آمده برای هر یک از سؤالات به مقدار دی‌فازی شده

پس از محاسبه ارزش فازی هر یک از سؤالات پژوهش برای اینکه بتوانیم نسبت به هر یک از سؤالات قضاوت کنیم باید ابتدا ارزش فازی به دست آمده برای هر یک از سؤالات را دی‌فازی (قطعی سازی) نمود تا امکان مقایسه و ارزیابی به وجود آید. برای دی‌فازی کردن ارزش فازی هر سؤال از رابطه ۴ استفاده شد:

$$S_j = \frac{L_j + ۴ \times M_j + U_j}{۶} \quad \text{رابطه ۴ (چانگ، هسو و چانگ، ۲۰۱۱)}$$

در این مرحله باید مشخص کنیم که کدام یک از سؤالات (معیارهای) پرسش‌نامه ما مهم است و کدام یک کم‌اهمیت است و می‌توانیم آن را کنار بگذاریم. برای شناسایی سؤالات مهم پرسش‌نامه از مقایسه ارزش فازی هر یک از سؤالات با حد آستانه استفاده می‌شود که با توجه به شرایط این پژوهش حد آستانه ۰/۷ در نظر گرفته شده است.

1. Bouzon, Govindan,Campos, & Rodriguez
2. Chang Hsu & Chang

جدول ۴. محاسبات پرسش‌نامه دلفی فازی (دور اول)

درصد اجماع	وضعیت هر سؤال	مقدار دی‌فازی شده	ارزش فازی هر یک از سؤالات			تعداد سوال	درصد اجماع	وضعیت هر سؤال	مقدار دی‌فازی شده	ارزش فازی هر یک از سؤالات			تعداد سوال
			U	M	L					U	M	L	
۴۰	تأیید شده	۰/۷۱	۱	۰/۷۸	۰/۳	۲۲	۶۰	تأیید شده	۰/۸۲	۱	۰/۹۰	۰/۵	۱
۴۰	تأیید شده	۰/۷۱	۱	۰/۷۸	۰/۳	۲۳	۶۷	تأیید شده	۰/۸۰	۱	۰/۸۵	۰/۵	۲
۳۳	تأیید شده	۰/۷۱	۱	۰/۷۸	۰/۳	۲۴	۵۳	تأیید شده	۰/۸۳	۱	۰/۹۰	۰/۵	۳
۴۷	تأیید شده	۰/۷۰	۱	۰/۷۵	۰/۳	۲۵	۶۰	تأیید شده	۰/۷۲	۱	۰/۸۰	۰/۳	۴
۵۳	عدم تأیید	۰/۵۰	۰/۹	۰/۴۹	۰/۱	۲۶	۴۰	تأیید شده	۰/۷۳	۱	۰/۸۱	۰/۳	۵
۸۷	تأیید شده	۰/۸۸	۱	۰/۹۱	۰/۷	۲۷	۵۳	تأیید شده	۰/۷۴	۱	۰/۸۲	۰/۳	۶
۴۰	تأیید شده	۰/۷۲	۱	۰/۸۰	۰/۳	۲۸	۶۰	تأیید شده	۰/۷۸	۱	۰/۸۱	۰/۵	۷
۵۳	تأیید شده	۰/۷۳	۱	۰/۸۰	۰/۳	۲۹	۴۷	تأیید شده	۰/۷۵	۱	۰/۸۵	۰/۳	۸
۷۳	تأیید شده	۰/۷۲	۱	۰/۷۹	۰/۳	۳۰	۴۰	عدم تأیید	۰/۵۷	۱	۰/۵۸	۰/۱	۹
۵۳	تأیید شده	۰/۷۷	۱	۰/۸۸	۰/۳	۳۱	۶۷	تأیید شده	۰/۷۳	۱	۰/۸۱	۰/۳	۱۰
۴۷	عدم تأیید	۰/۵۲	۰/۹	۰/۵۵	۰/۱	۳۲	۵۳	تأیید شده	۰/۷۴	۱	۰/۸۴	۰/۳	۱۱
۶۰	تأیید شده	۰/۷۰	۱	۰/۷۵	۰/۳	۳۳	۸۷	تأیید شده	۰/۸۵	۱	۰/۹۵	۰/۵	۱۲
۵۳	تأیید شده	۰/۹۰	۱	۰/۹۵	۰/۷	۳۴	۵۳	تأیید شده	۰/۷۹	۱	۰/۸۴	۰/۵	۱۳
۹۳	تأیید شده	۰/۹۲	۱	۰/۹۹	۰/۷	۳۵	۸۰	تأیید شده	۰/۹۱	۱	۰/۹۸	۰/۷	۱۴
۴۷	تأیید شده	۰/۸۳	۱	۰/۹۱	۰/۵	۳۶	۵۳	عدم تأیید	۰/۵۰	۰/۹	۰/۴۹	۰/۱	۱۵
۳۳	تأیید شده	۰/۷۲	۱	۰/۷۸	۰/۳	۳۷	۷۳	تأیید شده	۰/۹۱	۱	۰/۹۷	۰/۷	۱۶
۶۰	تأیید شده	۰/۷۲	۱	۰/۸۰	۰/۳	۳۸	۶۰	تأیید شده	۰/۷۶	۱	۰/۷۸	۰/۵	۱۷
۹۳	تأیید شده	۰/۹۲	۱	۰/۹۹	۰/۷	۳۹	۶۷	تأیید شده	۰/۷۵	۱	۰/۸۵	۰/۳	۱۸
۵۳	عدم تأیید	۰/۴۸	۰/۹	۰/۴۷	۰/۱	۴۰	۴۷	تأیید شده	۰/۷۰	۱	۰/۷۵	۰/۳	۱۹
۸۰	عدم تأیید	۰/۵۷	۰/۹	۰/۵۳	۰/۳	۴۱	۶۷	تأیید شده	۰/۸۴	۱	۰/۹۳	۰/۵	۲۰
۶۰	تأیید شده	۰/۸۵	۱	۰/۹۴	۰/۵	۴۲	۴۷	عدم تأیید	۰/۵۰	۰/۹	۰/۵۱	۰/۱	۲۱

در نتیجه با توجه به جدول ۴ سؤال‌های شماره (۹، ۱۵، ۲۱، ۳۲، ۴۰، ۴۱، ۲۶) امتیاز لازم را به دست نیاورده و حذف شدند و تعداد ۳۵ ساخته باقی ماند.

گام ششم: آماده کردن پرسش‌نامه دور دوم و جمع‌آوری نظرات خبرگان

با توجه به ساخته‌های کم‌اهمیتی که در دور اول حذف شد پرسش‌نامه دوم تهیه شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت.

نکته: به همراه پرسش‌نامه دوم نتایج کلی به دست آمده از پرسش‌نامه اول را نیز در اختیار خبرگان (شرکت‌کنندگان) قرار دادیم. در حقیقت در این مرحله تجمعی نظرات خبرگان و مقدار دی‌فازی سؤالات که در پرسش‌نامه دور اول به دست آوردیم را در اختیار خبرگان قرار دادیم. همچنین مشخص کردیم که کدام یک از سؤالات به علت اهمیت پایین حذف شدند.

گام هفتم: تکرار گام‌های یک تا پنج برای پرسش‌نامه دوم

بعد از جمع‌آوری نظرات خبرگان در دور دوم دلفی فازی تمام مراحل یک تا پنج را برای جواب‌های به دست آمده حساب می‌کنیم.

گام هشتم: بررسی شرط توقف

- بر اساس مقدار دی‌فازی هر یک از سؤالات مشخص شد که مقدار دی‌فازی همه سؤالات بیشتر از حد آستانه ۰/۷ می‌باشدند. بنابراین همه سؤالات (شاخته‌های) باقی‌مانده از اهمیت زیادی در فرآیند ارزیابی تأمین‌کنندگان برخوردار هستند.

۲. در دور دوم پژوهش نیز همانند دور قبل هیچ شاخص جدیدی توسط خبرگان معرفی نشد و این نشان‌دهنده این بود که شاخص‌های ارائه شده در پرسشنامه تمام ابعاد پژوهش را در برگرفته‌اند.

۳. بررسی کلی میزان اجماع نظرات خبرگان نشان می‌دهد که اجماع نظرات خبرگان در دور دوم نسبت به دور اول افزایش یافته است به طوری که همه سوالات از میزان اجماع یا توافق موردنظر (۷۰ درصد اجماع) برخوردار هستند. با توجه به نتایج به دست آمده، براساس نظرات تیم تحقیق، شرط اجماع نظرات خبرگان در پرسشنامه دور دوم پذیرفته شد.

۴. با توجه به مقایسه نتایج دیدگاه‌های ارائه شده در مرحله اول و دوم، لازم به ذکر است در صورتی که اختلاف میانگین فازی زدایی شده در مرحله کمتر از ۰/۲ باشد فرآیند نظرسنجی متوقف می‌گردد. همان‌گونه که در جدول ۵ ملاحظه می‌گردد اختلاف میانگین فازی زدایی شده نظر خبرگان کمتر از ۰/۲ می‌باشد (به جز سوال ۲۱ که به دلیل اختلاف ناچیز مورد تأیید قرار می‌گیرد)، از این‌رو، خبرگان در دو مرحله به اجماع رسیده‌اند و نظرسنجی در این مرحله متوقف می‌گردد.

جدول ۵. محاسبات پرسشنامه دلفی فازی (دور دوم) و تفاضل مقدار دیفازی شده دور دوم و اول

ردیف	ارزش فازی هر یک از سوالات	درصد اجماع			وضعیت هر سوال	مقدار دیفازی شده دور دوم و اول	تفاضل مقدار دیفازی شده دور دوم
		U	M	L			
۱	۰/۹۳	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۰۷	۰/۸۹
۲	۰/۸۸	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۱	۰/۸۱
۳	۰/۹۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۸۳
۴	۰/۹۱	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۱۵	۰/۸۸
۵	۰/۹۸	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۱۸	۰/۹۲
۶	۰/۹۲	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۱۵	۰/۸۹
۷	۰/۸۷	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۳	۰/۸۱
۸	۰/۹۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۸	۰/۸۲
۹	۰/۸۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۱	۰/۷۴
۱۰	۰/۹۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۵	۰/۷۹
۱۱	۰/۹۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۸۵
۱۲	۰/۸۹	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۲	۰/۸۲
۱۳	۰/۹۸	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۹۲
۱۴	۰/۹۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۹۱
۱۵	۰/۷۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/-۰۱	۰/۷۵
۱۶	۰/۹۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۹	۰/۸۴
۱۷	۰/۷۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۴	۰/۷۴
۱۸	۰/۹۷	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۲	۰/۸۶
۱۹	۰/۸۸	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۵	۰/۷۶
۲۰	۰/۷۲	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۲	۰/۷۴
۲۱	۰/۹۹	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۲۱	۰/۹۲
۲۲	۰/۷۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۴	۰/۷۴
۲۳	۰/۹۱	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۸۸
۲۴	۰/۸۸	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۹	۰/۸۲
۲۵	۰/۸۵	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۳	۰/۷۵
۲۶	۰/۷۹	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۷۲
۲۷	۰/۹۹	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۱۶	۰/۹۲
۲۸	۰/۷۲	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/۰۴	۰/۷۴
۲۹	۰/۹۳	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/-۰۱	۰/۸۹
۳۰	۰/۹۹	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۹۲
۳۱	۰/۹۶	۰/۵	۰/۵	۰/۵	تأثید شده	۰/-۰۳	۰/۸۶
۳۲	۰/۸۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۲	۰/۷۴
۳۳	۰/۸۷	۰/۳	۰/۳	۰/۳	تأثید شده	۰/۰۴	۰/۷۶
۳۴	۰/۹۹	۰/۷	۰/۷	۰/۷	تأثید شده	۰/۰۰	۰/۹۲
۳۵	۰/۹۰	۰/۹	۰/۹	۰/۹	تأثید شده	۰/۱۳	۰/۹۸

مرحله دوم: محاسبات آماری

لیست سؤالات و برچسب‌های هر کدام از آن‌ها به شرح جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶. لیست سؤالات و برچسب‌های هر کدام

شاخص	کد	عنوان	شاخص	کد	عنوان
اتصال سیستم‌های امنیتی ساختمان اداری به مراکز پلیس	ss۳	مدیریت در مصرف انرژی و منابع کشور	lgf۱	عوامل قانونی و دولتی	
کنترل هوشمند نشت گاز و قطع شیر اصلی	ss۴	نظرات بر مصرف انرژی توسط سازمان‌های ذی‌ربط	lgf۲		
کنترل هوشمند سیستم اعلام و اطفاء حریق	ss۵	استانداردهای موجود در زمینه هوشمندسازی	lgf۳		
مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان به صورت هوشمند	ss۶	از مدار خارج کردن تجهیزات غیرضروری در زمان‌های اوج مصرف به صورت خودکار	lgf۴		
تهویه و گردش هوا به صورت هوشمند	sa۱	کاهش هزینه مصرف برق، آب و گاز	esf۱	عوامل اقتصادی و اجتماعی	
اطلاع‌رسانی‌ها با گوشی‌تلفون‌های هوشمند	sa۲	تفکیک مجزای مصارف انرژی (آب، برق و گاز) و گزارش‌گیری از مصرف و هزینه انرژی هر یک از واحداها	esf۲		
اتوماسیون بین بخش‌های مختلف ساختمان اداری	sa۳	کاهش استهلاک، هزینه‌های تعمیر و نگهداری	esf۳		
کنترل اتوماتیک روشنایی	sa۴	افزایش راندمان کارمندان در انجام وظایف	esf۴		
ایجاد ساریوهای مختلف برای مدیریت هوشمند ساختمان	sa۵	نویت‌دهی و ارائه خدمات آنلاین و هوشمند به مراجعان	esf۵		
مدیریت و عیوب‌یابی هوشمند تأسیسات ساختمانی	sa۶	نیروی انسانی متخصص چهت اجرا و پشتیبانی تجهیزات	mp۱	بنیاد انسانی	
اینترنت پرسرعت	shf۱	مدیریت مرکز ساختمان اداری با حداقل نیروی انسانی	mp۲		
استفاده از نرم‌افزارها و هماهنگی بین تجهیزات	shf۲	آسایش و راحتی کارکنان	mp۳		
زیرساخت‌های شبکه‌ای و مخابراتی	shf۳	استفاده و نظرات بر شرایط از راه دور با اینترنت	c۱	ارتباطات	
شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات تخصصی	shf۴	تبدیل اطلاعات با اینترنت	c۲		
پنل دیواری برای کنترل امکانات	shf۵	اتصال سیستم‌های هوشمند به پورتال مرکزی ساختمان	c۳		
سنسورهای حرکتی و حضور	shf۶	اتصال مراکز مختلف یک سازمان به ساختمان مرکزی	c۴		
سیستم‌های امنیتی و دوربین‌ها	shf۷	تأمین امنیت محیط ساختمان	ss۱		
		امنیت دسترسی به اطلاعات و کنترل ساختمان	ss۲		

جدول ۷. برچسب‌های عوامل

امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	خدمات و کاربردها	ایمنی و امنیت	ارتباطات	نیروی انسانی	عوامل اقتصادی و اجتماعی	عوامل قانونی و دولتی
Software and hardware facilities	Services and applications	safety and security	connections	Manpower	Economic and social factors	Legal and governmental factors

گام اول: پردازش داده‌های خام اولیه

در این مرحله به ترتیب

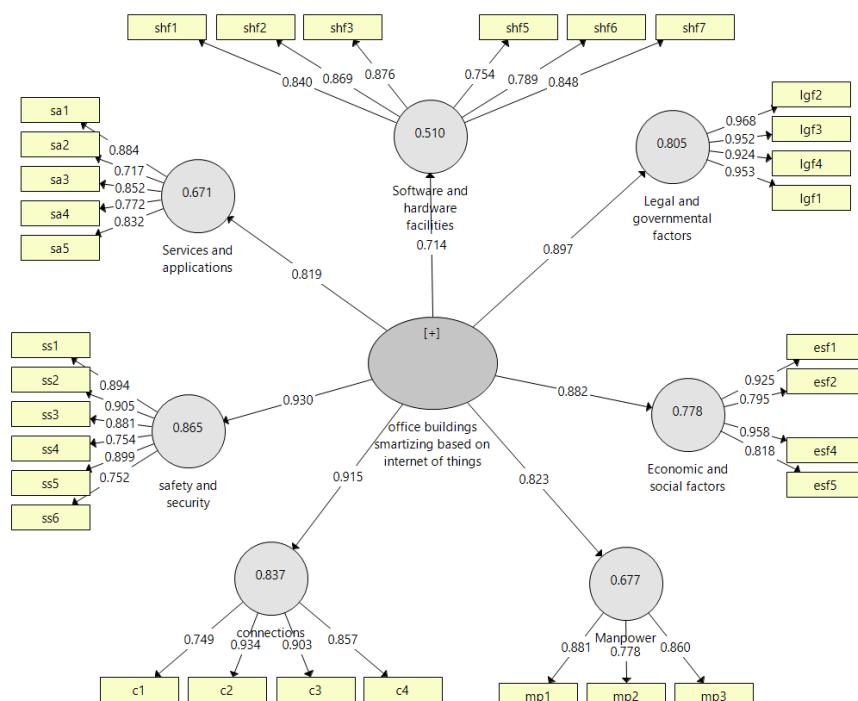
- آزمون کفايت حجم نمونه از طريقي شاخص kmo و آزمون بارتلت انجام شد که چون مقدار kmo بالاي ۰/۶ باشد و بارتلت^۱ معنadar می‌باشد بنابراین کفايت حجم نمونه پژوهش مورد تأييد قرار گرفت (هير، بلک، بابين و اندرسون^۲، ۲۰۱۸).
- شناسابي داده‌های پرت از طريقي نمودار BOX PLOT استفاده شد که مشاهده شد داده‌های پرتی داخل داده‌های ما وجود دارد پس در نتيجه آن‌ها را شناسابي، مدیريت و سپس مجدد گزارش گيري شد.
- شناسابي جاهای خالي در پرسشنامه را انجام داديم که مشاهده شد هيج يك از سؤالات داراي جاهای خالي نمي‌باشد.

جدول ۸. تست کفايت حجم نمونه

اندازه‌گيري کفايت نمونه‌گيري کيسر، ماير و اولكين		آزمون بارتلت
۰/۷۵۷	۲۷۱۵/۱۹۳	
Approx. Chi-Square	Df	
۵۹۵	./...	
595	./...	Sig.

گام دوم: تحليل مدل اندازه‌گيري

با استفاده از نرم‌افزار معادلات ساختاري SmartPLS و آزمون تک‌بعدی بودن مطابق نظر هير و همکاران (هير، بلک، بابين و اندرسون، ۲۰۱۸)، مشخص گردید که از ۳۵ شاخص مربوط به پژوهش ۳ شاخص (کاهش استهلاک، هزينه‌های تعimir و نگهداري، مدیريت و عيوب‌يابي) هوشمند تاسيسات ساختماني، شركت‌های ارایه دهنده خدمات تخصصي) دارای بار عاملی كمتر از ۰/۷، بوده و از مدل حذف می‌شوند. به منظور پايانی بهتر پژوهش و در نظر داشتن روایي و اگرا در مدل، سؤالات مربوط حذف گردید که در (شكل ۱) سؤالات حذف شده مشخص گردیده است.



مد پژوهش شهری

فصلنامه علمي پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱

Urban management
No.69 Winter 2023

۹۸

شكل ۱. مدل اندازه‌گيري اصلاحی (مدل تأييد شده) در حالت تخمين ضرایب استاندارد (بار عاملی)

1. bartletts

2. Hair, black, babin & Anderson

گام سوم: تجزیه و تحلیل مدل اندازه‌گیری

آزمون‌های پایابی با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۹ مطابق نظر (بنیتز، هنسلر، کاستیو و شوبرث، ۲۰۲۰) آلفای کرونباخ مطابق نظر (کرونباخ، ۱۹۵۱) برای تمامی عوامل بالای ۰/۷ است که این موضوع پایابی مدل را تأیید می‌کند. پایابی ترکیبی برای همه عوامل بالاتر از ۰/۰ می‌باشد که نشان‌دهنده تأیید پایابی ترکیبی مدل پژوهش می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار مناسب برای آلفای کرونباخ و پایابی ترکیبی ۰/۷ و برای پایابی اشتراکی ۰/۵ است و مطابق با یافته‌های جداول فوق پایابی ترکیبی و ضریب آلفای کرونباخ و پایابی اشتراکی بدست آمده برای متغیرهای مکنون، نشان می‌دهد که سازگاری درونی در حد مطلوب قرار دارد، لذا می‌توان مناسب بودن وضعیت پایابی پژوهش را تأیید نمود.

جدول ۹. مقادیر آلفای کرونباخ، پایابی ترکیبی یا CR

پایابی ترکیبی				مقادیر آلفای کرونباخ				
P Values	T Statistics (O/STDEV)	انحراف استاندارد (STDEV)	Composite Reliability	P Values	T Statistics (O/STDEV)	انحراف استاندارد (STDEV)	آلفای کرونباخ	
۰/۰۰	۱۱۱/۹۱۶	۰/۰۰۸	۰/۹۳۰	۰/۰۰	۶۷/۷۲۶	۰/۰۱۳	۰/۸۹۸	عوامل اقتصادی و اجتماعی
۰/۰۰	۲۶۰/۵۰۴	۰/۰۰۴	۰/۹۳۳	۰/۰۰	۱۸۲/۰۲۵	۰/۰۰۵	۰/۹۶۳	عوامل قانونی و دولتی
۰/۰۰	۶۱/۵۳۱	۰/۰۱۴	۰/۸۷۸	۰/۰۰	۲۹/۵۶۰	۰/۰۲۷	۰/۷۹۴	نیروی انسانی
۰/۰۰	۹۸/۹۳۱	۰/۰۰۹	۰/۹۰۷	۰/۰۰	۷۱/۹۷۱	۰/۰۱۲	۰/۸۷۲	خدمات و کاربردها
۰/۰۰	۳۲۸/۹۳۷	۰/۰۰۳	۰/۹۳۰	۰/۰۰	۲۲۸/۵۷۴	۰/۰۰۴	۰/۹۰۹	امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
۰/۰۰	۸۵/۱۰۹	۰/۰۱۱	۰/۹۲۱	۰/۰۰	۵۰/۸۲۸	۰/۰۱۷	۰/۸۸۴	ارتباطات
۰/۰۰	۱۷۵/۸۶۷	۰/۰۰۵	۰/۹۴۰	۰/۰۰	۱۲۲/۵۱۹	۰/۰۰۸	۰/۹۲۲	ایمنی و امنیت

گام چهارم: آزمون روایی مدل

- روایی همگرا مطابق با نظر (هیر، بلک، بایین و اندرسون، ۲۰۱۸)

برای اولین شرط روایی همگرا معناداری بارهای عاملی انجام شد که مشخص شد کلیه شاخص‌های مدل اصلاحی از قدر مطلق ۰/۵۸ بالاتر بوده و با احتمال ۹۹ درصد معنادار می‌باشند که روایی همگرا مدل پژوهش را تأیید می‌کند. دومین شرط برقراری روایی همگرا این است که بارهای عاملی بزرگ‌تر از ۰/۰ باشند که مورد تأیید قرار گرفت بعد از آن میانگین واریانس استخراجی (AVE) محاسبه شد که مشاهده شد میانگین واریانس استخراج شده بزرگ‌تر از ۰/۵ می‌باشد پس شرط سوم نیز مورد تأیید قرار گرفت و در مرحله آخر مقایسه CR با AVE انجام شد همان‌طور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود نتیجه می‌گیریم که در تمامی متغیرهای مکنون CR>AVE بوده است و شرط چهارم روایی همگرا برقرار است.

جدول ۱۰. مقایسه CR و AVE متغیرهای مکنون

CR>AVE	قابلیت اطمینان ترکیبی	(AVE)	
تأیید	۰/۹۳۰	۰/۷۶۸	عوامل اقتصادی و اجتماعی
تأیید	۰/۹۳۳	۰/۹۰۱	عوامل قانونی و دولتی
تأیید	۰/۸۷۸	۰/۷۰۷	نیروی انسانی
تأیید	۰/۹۰۷	۰/۶۶۲	خدمات و کاربردها
تأیید	۰/۹۳۰	۰/۶۹۰	امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
تأیید	۰/۹۲۱	۰/۷۶۶	ارتباطات
تأیید	۰/۹۴۰	۰/۷۲۳	ایمنی و امنیت

- Benitez, Henseler, Castillo & Schuberth
- Cronbach

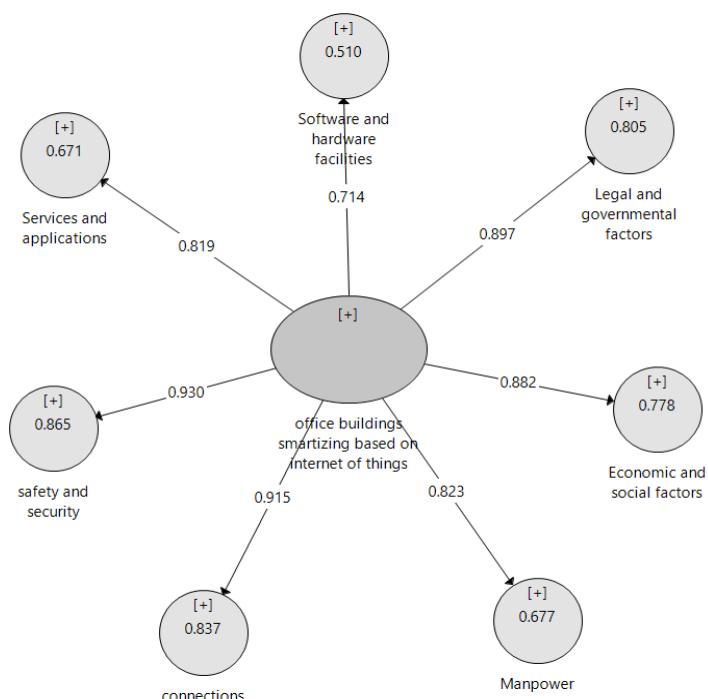
- روابی و آگرا

ابتدا جدول Cross Loadings محاسبه شد که مشاهده می‌شود تمامی شاخص‌ها در عوامل مربوطه دارای بار عاملی حداقل ۰/۱ بیشتر از بار عاملی همان شاخص در سایر عوامل می‌باشد با این وجود روابی و آگرا با توجه به این عامل تأیید می‌شود بعد از آن آزمون فورنل و لارکر (فورنل و لارکر^۱، ۱۹۸۱) صورت گرفت که نتیجه به شرح جدول ۱۱ می‌باشد.

جدول ۱۱. آزمون فورنل و لارکر

ایمنی و امنیت	ارتباطات	امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	خدمات و کاربردها	نیروی انسانی	عوامل قانونی و دولتی	عوامل اقتصادی و اجتماعی	
						۰/۸۷۷	عوامل اقتصادی و اجتماعی
					۰/۹۴۹	۰/۸۴۰	عوامل قانونی و دولتی
				۰/۸۴۱	۰/۷۰۱	۰/۷۰۵	نیروی انسانی
			۰/۸۱۳	۰/۶۱۵	۰/۵۸۷	۰/۵۷۱	خدمات و کاربردها
		۰/۸۳۰	۰/۷۸۳	۰/۴۸۰	۰/۴۶۲	۰/۴۴۶	امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
۰/۸۶۳	۰/۸۰۸	۰/۶۳۵	۰/۶۳۰	۰/۷۶۰	۰/۸۵۷	۰/۸۴۸	ارتباطات
۰/۸۵۰	۰/۸۲۹	۰/۷۴۳	۰/۷۸۱	۰/۷۴۷	۰/۷۴۱	۰/۷۱۵	ایمنی و امنیت

گام پنجم: تحلیل مدل ساختاری (مدل درونی)



مد پژوهشی شهری

فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱

Urban management
No.69 Winter 2023

۱۰۰

شکل ۲. مدل ساختاری در حالت تخمین ضرایب مسیر

- معیار ضریب تعیین تعدیل شده R^2 و آزمون ارتباط پیش‌بین (Q^2) کیفیت مدل ساختاری را مورد سنجش قرار دادیم که به شرح جدول ۱۲ می‌باشد.

جدول ۱۲. نتایج معیار R^2 برای سازه درونزا و ارتباط پیش‌بین (Q^2)

Q^2		R^2		
$Q^2 (=1-SSE/SSO)$	SSE	SSO	R Squares	
۰/۵۵۶	۱۷۰/۴۴۱	۳۸۴/۰۰۰	۰/۷۷۸	عوامل اقتصادی و اجتماعی
۰/۶۷۹	۱۲۳/۴۱۳	۳۸۴/۰۰۰	۰/۸۰۵	عوامل قانونی و دولتی
۰/۴۳۹	۱۶۱/۴۴۴	۲۸۸/۰۰۰	۰/۶۷۷	نیروی انسانی
۰/۴۰۳	۲۸۶/۳۵۶	۴۸۰/۰۰۰	۰/۶۷۱	خدمات و کاربردها
۰/۳۲۳	۳۸۹/۹۱۰	۵۷۶/۰۰۰	۰/۵۱۰	امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
۰/۵۸۱	۱۶۱/۰۴۳	۳۸۴/۰۰۰	۰/۸۳۷	ارتباطات
۰/۵۷۸	۲۴۲/۹۲۹	۵۷۶/۰۰۰	۰/۸۶۵	ایمنی و امنیت

- تست معناداری روابط تحقیق صورت گرفت که مشاهده می‌شود همه روابط با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار می‌باشند. جدول معناداری به شرح جدول ۱۳ می‌باشد.

جدول ۱۳. معناداری (Tvalue)

P Values	T Statistics ($ O/STDEV $) (عدد معناداری)	Standard Deviation (STDEV)	Sample Mean (M)	Original Sample (O)	
۰/۰۰۰	۵۰/۸۰۳	۰/۰۱۷	۰/۹۰۴	۰/۸۸۲	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- عوامل اقتصادی و اجتماعی
۰/۰۰۰	۸۲/۰۷۱	۰/۰۱۱	۰/۹۰۸	۰/۸۹۷	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- عوامل قانونی و دولتی
۰/۰۰۰	۲۹/۵۷۹	۰/۰۲۸	۰/۸۲۷	۰/۸۲۳	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- نیروی انسانی
۰/۰۰۰	۳۳/۳۸۳	۰/۰۲۵	۰/۸۱۴	۰/۸۱۹	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- خدمات و کاربردها
۰/۰۰۰	۲۰/۰۱۰	۰/۰۳۶	۰/۶۹۷	۰/۷۱۴	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری
۰/۰۰۰	۴۷/۳۷۱	۰/۰۱۹	۰/۹۱۰	۰/۹۱۵	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- ارتباطات
۰/۰۰۰	۱۶۶/۸۸۴	۰/۰۰۶	۰/۹۳۲	۰/۹۳۰	هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا- ایمنی و امنیت

عنوان عوامل اصلی هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا شناسایی نشده‌اند. همچنین، در خصوص ترتیب تأثیر این عوامل بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا نیز تاکنون در پژوهش‌های مشابه بحث نشده است. علاوه بر این، مدل حاضر برای نخستین بار در هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا شناسایی و تأیید شده است. نوآوری دیگر این پژوهش، شناسایی سنجه‌هایی برای اندازه‌گیری متغیرهای مکنون مدل است. آزمون‌های مختلف، از ۳۵ سنجه طراحی شده، ارتباط قوی ۳۲ سنجه با متغیرهای مکنون مدل را تأیید کردند. این سنجه‌ها، ابزار اندازه‌گیری برای متغیرهای مکنون را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان موارد زیر را نتیجه گرفت:

- عوامل قانونی و دولتی به میزان ۸۹٪، عوامل اقتصادی و اجتماعی به میزان ۸۸٪، نیروی انسانی به میزان ۸۳٪، ارتباطات به میزان ۹۱٪، ایمنی و امنیت به میزان ۹۳٪، خدمات و کاربردها به میزان ۸۱٪ و امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به میزان ۷۱٪ بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا تأثیر دارند.

- اولویت‌بندی ابعاد و شاخصه‌های پژوهش بر اساس میزان تأثیر آن‌ها در راستای شناسایی ترتیب اهمیت آن‌ها بود که در نتیجه به ترتیب از بیشترین اولویت به کمترین، ایمنی و امنیت (۸۶٪)، ارتباطات (۸۳٪)، عوامل قانونی و دولتی (۸۰٪)، عوامل اقتصادی و اجتماعی (۷۷٪)، نیروی انسانی (۶۷٪)، خدمات و کاربردها (۶۷٪)، امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری (۵۱٪) می‌باشد.

پیشنهاد کاربردی

۱. در زمینه ایمنی و امنیت به ترتیب بر اساس ضریب مسیر، امنیت دسترسی به اطلاعات و کنترل ساختمان، کنترل هوشمند سیستم اعلام و اطفاء حریق، تأمین امنیت محیط ساختمان، اتصال سیستم‌های امنیتی ساختمان اداری به مرکز پلیس، کنترل هوشمند نشت گاز و قطع شیر اصلی و مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان به صورت هوشمند بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شخص‌ها پیشنهاد می‌شود در ساختمان‌های اداری زیرساخت‌های لازم جهت اتصال ساختمان به سازمان‌های انتظامی و شرکت‌های امنیتی ایجاد شود تا امنیت ساختمان و امنیت اطلاعات بالاتر رود.

۲. در زمینه ارتباطات به ترتیب بر اساس ضریب مسیر، تبادل اطلاعات با اینترنت، اتصال سیستم‌های هوشمند به پورتال مرکزی ساختمان، اتصال مرکز مختلف یک سازمان به

بحث

در بخش کمی (دلفی فازی) بعد از دریافت پاسخ‌ها و محاسبات دلفی فازی ۷ شاخص کم‌اهمیت دیده شد و در نتیجه ۷ عامل و ۳۵ شاخص مورد تأیید قرار گرفتند.

در بخش کمی و آماری ابتدا پردازش داده‌های خام اولیه، شناسایی داده‌های پرت و شناسایی جاهای خالی در پرسش‌نامه صورت گرفت که پس از آن با استفاده از نرم‌افزار معادلات ساختاری SmartPIs مشخص گردید که از ۳۵ شاخص مربوط به پژوهش ۳ شاخص دارای بار عاملی کمتر از ۰/۷ بوده و از مدل حذف شدند. طبق جدول ۹ مشخص شد آلفای کرونباخ برای تمامی عوامل بالای ۰/۷ است که این موضوع پایایی مدل را تأیید کرد، طبق جدول ۹ مشخص شد پایایی ترکیبی برای همه عوامل بالاتر از ۰/۷ بود که نشان‌دهنده تأیید پایایی ترکیبی مدل پژوهش می‌باشد، پایایی اشتراکی نشان داد سازگاری درونی در حد مطلوب قرار دارد، لذا می‌توان مناسب بودن وضعیت پایایی پژوهش را تأیید کرد. روایی همگرا و روایی واگرا از طریق معناداری بارهای اعمالی و آزمون همگن بودن مشخص شد کلیه شاخص‌های مدل اصلاحی از قدر مطلق ۲/۵۸ بالاتر بوده و با احتمال ۹۹ درصد معنادار می‌باشند که روایی همگرا مدل پژوهش را تأیید می‌کند، از طریق میانگین واریانس استخاراجی مشخص شد میانگین واریانس استخاراجی بالای ۰/۵ می‌باشند بنابراین روایی همگرایی داده‌ها مورد تأیید می‌باشد، با توجه به جدول ۱۰ مشاهده شد در تمامی متغیرهای مکنون CR>AVE بوده است و شرط چهارم روایی همگرا برقرار است. روایی واگرا با استفاده از جدول Cross Loadings مشاهده شد تمامی شاخص‌ها در عوامل مربوطه دارای بار عاملی حداقل ۱/۰ بیشتر از بار عاملی همان شاخص در سایر عوامل می‌باشد با این وجود روایی واگرا با توجه به این عامل تأیید شد، با توجه به جدول ۱۱ آزمون فورنل و لارکر مشخص شد ضریب همبستگی سازه با شاخص‌های خودش بیشتر از ضریب همبستگی آن سازه با سایر سازه‌ها می‌باشد، تحلیل مدل ساختاری (مدل درونی) طبق جدول ۱۲ با استفاده از معیار ضریب تعیین تغییر شده، تست معناداری روایت تحقیق و جداول معیار و ارتباط پیش‌بین به دست آمد.

در بخش کمی طبق جدول ۱۳، با توجه به خروجی‌های بدست آمده از برآش مدل، فرضیات پژوهش با توجه به مقدار بدست آمده تست Tvalue تمامی روابط با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادار می‌باشند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نوآوری پژوهش حاضر، شناسایی هفت عامل اصلی مؤثر بر هوشمندسازی ساختمان‌های اداری مبتنی بر اکوسیستم اینترنت اشیا است. این هفت عامل با وجود اشاره در پژوهش‌های مختلف به صورت جداگانه، در هیچ پژوهش تجربی در قالب مدلی به

کنترل شوند.

در زمینه امکانات نرمافزاری و سختافزاری به ترتیب بر اساس ۳ ضریب مسیر، زیرساخت‌های شبکه‌ای و مخابراتی، استفاده از نرمافزارها و هماهنگی بین تجهیزات، سیستم‌های امنیتی و دوربین‌ها، اینترنت پرسرعت، سنسورهای حرکتی و حضور، پنل دیواری برای کنترل امکانات بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود برای هماهنگی بین سختافزارهای مختلف استفاده شده در هوشمندسازی هماهنگی بین تجهیزات مختلف و نرمافزارها بررسی شود تا از یک سیستم کاملاً هماهنگ با بازدهی بالا بتوان استفاده کرد و با توجه به اهمیت اینترنت پرسرعت از چند شرکت مختلف ارائه‌دهنده اینترنت پرسرعت استفاده شده و به منظور راحتی دسترسی به کنترل امکانات از پنل دیواری استفاده کنند.

ساختمان مرکزی، استفاده و نظارت بر شرایط از راه دور با اینترنت بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود ساختمان‌های اداری زیرساخت‌های لازم جهت ارتباط هوشمند از طریق اینترنت با پرتال مرکزی ساختمان و ساختمان مرکزی ایجاد شوند و باعث ایجاد نظارت و مدیریت ساختمان از راه دور شوند.

۳. در زمینه عوامل قانونی و دولتی به ترتیب بر اساس ضریب مسیر، نظارت بر مصرف انرژی توسط سازمان‌های ذی‌ربط، مدیریت در مصرف انرژی و منابع کشور، استانداردهای موجود در زمینه هوشمندسازی، از مدار خارج کردن تجهیزات غیرضروری در زمان‌های اوج مصرف به صورت خودکار بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود دولت قوانین و استانداردهای لازم در زمینه هوشمندسازی مبتنی بر اینترنت اشیا را وضع کند و با ایجاد زیرساخت‌های لازم در سازمان‌های زیرمجموعه خود باعث کاهش مصرف انرژی در کشور شود.

۴. در زمینه عوامل اقتصادی و اجتماعی به ترتیب بر اساس ضریب مسیر، افزایش راندمان کارمندان در انجام وظایف، کاهش هزینه مصرف برق، آب و گاز، نوبت‌دهی و ارائه خدمات آنلاین و هوشمند به مراجعان، تفکیک مجزای مصارف انرژی (آب و برق و گاز) و گزارش‌گیری از مصرف و هزینه انرژی هر یک از واحدها بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود مدیران سازمان‌ها با سرمایه‌گذاری در هوشمند سازی ساختمان اداری خود در طول زمان باعث مدیریت و کاهش مصرف انرژی، کاهش استهلاک، افزایش راندمان کارکنان و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مراجعة‌کننده شوند.

۵. در زمینه نیروی انسانی به ترتیب بر اساس ضریب مسیر، نیروی انسانی متخصص جهت اجرا و پشتیبانی تجهیزات، آسایش و راحتی کارکنان، مدیریت متمرکز ساختمان اداری با حداقل نیروی انسانی بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود در هوشمندسازی ساختمان از نیروهای متخصص استفاده شود و با مدیریت هوشمند و متمرکز ساختمان باعث افزایش آسایش کارکنان و کاهش تعداد کارکنان شود.

۶. در زمینه خدمات و کاربردها به ترتیب بر اساس ضریب مسیر تهییه و گردش هوا به صورت هوشمند، اتوماسیون، بین بخش‌های مختلف ساختمان اداری، ایجاد سناپریوهای مختلف برای مدیریت هوشمند ساختمان، کنترل اتوماتیک روشنایی، اطلاع‌رسانی‌ها با گوشی تلفن‌های هوشمند بیشترین اهمیت را دارند با توجه به این شاخص‌ها پیشنهاد می‌شود به منظور راحتی و کاهش مصرف انرژی پارکینگ‌ها، روشنایی، تهییه و گردش هوا و خدمات دیگر به صورت هوشمند با استفاده از ایجاد سناپریوهای مختلف

محدودیت‌های تحقیق

با توجه به نوپا بودن اینترنت اشیا در ایران شرکت‌ها و خدمات ارائه‌دهنده تخصصی در زمینه اینترنت اشیا محدود بودند پس در نتیجه بیشتر تلاش شد از خدمات ارائه شده در داخل کشور و قابل درک توسط پاسخ‌دهنده‌گان استفاده شود. کمود بررسی‌های تخصصی در زمینه مدیریت هوشمندسازی ساختمان‌های اداری.

-

۱- به بررسی استانداردهای موجود در کشورهای دیگر و بومی‌سازی این قوانین در کشور ایران پرداخت. می‌توان زیرساخت‌های لازم در ارگان‌های انتظامی و خدماتی چهت کنترل مصرف انرژی و ایجاد امنیت از راه دور در ساختمان‌های اداری کشور مورد بررسی قرار داد.

-

منابع

- انصاری، م؛ و محمدیان، ا؛ و نویسنده، ا. (۱۳۹۶). شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در خانه هوشمند با استفاده از روش فراترکیب. مدیریت فناوری اطلاعات، ۴۹(۴۹)، ۶۵۸-۶۷۸. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۳۱۸۵۱>
بحرینی مقدم، ساجده، ۴۰۰، ارزیابی تأثیر بهره‌برداری از اینترنت اشیاء در چرخهٔ حیات ساختمان، پنجین دورهٔ کنفرانس بین‌المللی اینترنت اشیاء و کاربردها، اصفهان، پارسی، مریم، کیانی نیکو، ابوالفضل؛ و محمدیان، ایوب، ۱۳۹۵، مدل‌های کسب‌وکار مبتنی بر اینترنت اشیاء مطالعه موردنی: بررسی مدل‌های اجرایی در کسب‌وکارهای گروه Megabyte. کنفرانس بین‌المللی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، تهران، <https://civilica.com/doc/۱۲۲۸۶۲۲>

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

- the Impact of IoT Utilization on the Building Life Cycle, Fifth International Conference on IoT and Applications, Isfahan, <https://civilica.com/doc/1238623> (in Persian)
- Benitez, J., Henseler, J., Castillo, A., & Schuberth, F. (2020). How to perform and report an impactful analysis using partial least squares: Guidelines for confirmatory and explanatory IS research. *Information & Management*, 57(2), 103168.
 - Bouzon, M., Govindan, K., Rodriguez, C. M. T., & Campos, L. M. (2016). Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. *Resources, Conservation and Recycling*, 108, 182-197.
 - Carli, R., Cavone, G., Ben Othman, S., & Dotoli, M. (2020). IoT based architecture for model predictive control of hvac systems in smart buildings. *Sensors*, 20(3), 781.
 - Chang, P. L., Hsu, C. W., & Chang, P. C. (2011). Fuzzy Delphi method for evaluating hydrogen production technologies. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(21), 14172-14179.
 - Cheng, C. H., & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European journal of operational research*, 142(1), 174-186.
 - Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
 - Daissaoui, A., Boulmakoul, A., Karim, L., & Lbath, A. (2020). IoT and big data analytics for smart buildings: a survey. *Procedia Computer Science*, 170, 161-168.
 - Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1), 39-50.
 - Ghosh, A., Edwards, D. J., & Hosseini, M. R. (2020). Patterns and trends in Internet of Things (IoT) research: future applications in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
 - Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
 - Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2018). Multivariate Data Analysis. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=0R9ZswEACAAJ>
 - Hassija, V., Chamola, V., Saxena, V., Jain, D., Goyal, P., & Sikdar, B. (2019). A survey on IoT security: application areas, security threats, and solution architectures. *IEEE Access*, 7, 82721-82743.
 - Hsu, Y. L., Lee, C. H., & Kreng, V. B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 419-425.
- civilica.com/doc/۴۹۴۰۴۲
- روزی شندی، م؛ نوروزی، ی؛ و علی پورحافظی، م. (۱۳۹۹). ارائه الگوی مفهومی به کارگیری اینترنت اشیاء در خدمات نوین کتابخانه‌های دیجیتال ایران. *پردازش و مدیریت اطلاعات (علوم و فنواری اطلاعات)*, ۳(۳۵)، ۶۹۳-۷۲۸.
- ViewPaper.aspx?id=۵۱۲۶۵
- سیدصادق طهرانی، مهسا، رضایی، کیانا، رشیدزاده، سارا؛ و میرچگینی، لادن. (۱۳۹۹). گزارش وضعیت اکوسیستم اینترنت اشیاء در ایران، *فصلنامه تخصصی هوشمندسازی و اینترنت مرکز تحقیقات اینترنت اشیا سال ۹۹ شماره اختصاصی سوم صباغ کرمانی، لاله و حاج محمدی، آیدا و شجاعی، ام البنین*. ۱۴۰۰.
- خانه‌های هوشمند و اینترنت اشیاء، پنجین همایش بین‌المللی دانش و فناوری مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران، تهران، <https://civilica.com/doc/۱۲۲۸۰۲۸>
- عرب‌زاده، ساناز و کاظم‌زاده حنانی، سیامک. (۱۳۸۴). بررسی پارامترهای مؤثر در میزان مصرف انرژی در بخش مسکونی در ایران، *چهارمین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان*، تهران، <https://civilica.com/doc/۲۶۸>
- علامه، هرمینا، تاجفر، امیرهوشگ؛ و قیصری، محمد. (۱۳۹۵). ارتقاء امنیت در خانه‌ای هوشمند با استفاده از فناوری اینترنت اشیاء، *دومن کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علم و تکنولوژی*، قم، <https://civilica.com/doc/۵۰۷۵۰۸>
- مسچی، محمدحسین و عباس زاده، نیما و قیصری، سولماز. (۱۳۹۵). مقایسه معماری‌های پر کاربرد در اینترنت اشیاء، *سومین کنفرانس سراسری نوآوری‌های اخیر در مهندسی برق و کامپیوتر*، تهران، <https://civilica.com/doc/۵۷۶۶۰۳>
- یزدان پناه، حمیدرضا و حسنی آهنگر، محمدرضا. (۱۳۹۵). اینترنت اشیاء (IoT): کاربردها، فناوری‌ها و چالش‌های مورد بحث، *هشتمین کنفرانس بین‌المللی فناوری اطلاعات و دانش*، همدان، <https://civilica.com/doc/۵۴۸۷۸>.
- civilica.com/doc/۵۴۸۷۸
- دپارتمنت شهری**
- فصلنامه علمی پژوهشی
مدیریت شهری و روستایی
شماره ۶۹. زمستان ۱۴۰۱
- Urban management
No.69 Winter 2023

- Razmi Shendi, M., and Norouzi, Y., and Ali Pourhafezi, M. (2020). Presenting a conceptual model of using the Internet of Things in modern services of Iranian digital libraries. *Information Processing and Management (Information Science and Technology)*, 35 (3), 693-728. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=512656> (in Persian)
- Sabbagh Kermani, Laleh and Haj Mohammadi, Aida and Shojaei, Umm Al-Banin, 2021, Smart Homes and Internet of Things, 5th International Conference on Electrical, Computer and Mechanical Engineering Science and Technology of Iran, Tehran, <https://civilica.com/doc/1238028> (in Persian)
- Seyed Sadegh Tehrani, Mahsa., Rezaei, Kianaz., Rashidzadeh, Sara. And Mirchginia, Laden., 2020, Report on the status of IoT ecosystem in Iran, *Quarterly Journal of Intelligence and Internet*, IoT Research Center, 2020, No. 3 (in Persian)
- Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., & Woelfflé, S. (2010). Vision and challenges for realising the Internet of Things. Cluster of European research projects on the internet of things, European Commision, 3(3), 34-36.
- Wong, J. K., Li, H., & Wang, S. W. (2005). Intelligent building research: a review. *Automation in construction*, 14(1), 143-159.
- Yang, C. H., Lee, K. C., & Li, S. E. (2020). A mixed activity-based costing and resource constraint optimal decision model for IoT-oriented intelligent building management system portfolios. *Sustainable Cities and Society*, 60, 102142.
- Yazdanpanah, Hamidreza and Hassani Ahangar, Mohammadreza, 2016, Internet of Things (IoT): Applications, Technologies and Challenges Discussed, 8th International Conference on Information Technology and Knowledge, Hamedan, <https://civilica.com/doc/548780> (in Persian)
- Jia, M., Komeily, A., Wang, Y., & Srinivasan, R. S. (2019). Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications. *Automation in Construction*, 101, 111-126.
- Lawal, K., & Rafsanjani, H. N. (2021). Trends, benefits, risks, and challenges of IoT implementation in residential and commercial buildings. *Energy and Built Environment*.
- Leminen, S., Rajahonka, M., Westerlund, M., & Siuruainen, R. (2015). Ecosystem business models for the Internet of things. *Internet of Things Finland*, 1, 10-13.
- Mazhelis, O., Luoma, E., & Warma, H. (2012). Defining an internet-of-things ecosystem. In *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking* (pp. 1-14). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Meschi, Mohammad Hossein and Abbaszadeh, Nima and Qaisari, Solmaz, 2016, Comparison of widely used architectures in the Internet of Things, Third National Conference on Recent Innovations in Electrical and Computer Engineering, Tehran, <https://civilica.com/doc/576603> (in Persian)
- Metallo, C., Agrifoglio, R., Schiavone, F., & Mueller, J. (2018). Understanding business model in the Internet of Things industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 298-306.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad hoc networks*, 10(7), 1497-1516.
- Mocrii, D., Chen, Y., & Musilek, P. (2018). IoT-based smart homes: A review of system architecture, software, communications, privacy and security. *Internet of Things*, 1, 81-98.
- Mofidi, F., & Akbari, H. (2020). Intelligent buildings: An overview. *Energy and Buildings*, 223, 110192.
- Moshiri, S. (2013, October). Energy price reform and energy efficiency in Iran. In *IAEE Energy Forum* (Vol. 2013, pp. 33-37). Cleveland, OH: International Association for Energy Economics.
- O'droma, M., & Ganchev, I. (2010). The creation of a ubiquitous consumer wireless world through strategic ITU-T standardization. *IEEE Communications Magazine*, 48(10), 158-165.
- Omar, O. (2018). Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection. *Alexandria engineering journal*, 57(4), 2903-2910.
- Parsi, Maryam., Kiani Niko, Abolfazl. And Mohammadian, Ayub., 2016, IoT-based business models Case study: A review of executive models in Megabyte Group businesses, International Conference on Computer Engineering and Information Technology, Tehran, <https://civilica.com/doc/494042> (in Persian)
- Rajabzadeh, A., Manashty, A. R., & Jahromi, Z. F. (2010). A mobile application for smart house remote control system. *arXiv preprint arXiv:1009.5557*.