

## **Identifying the Applications of Internet of Things in the Smart Home by Using Meta synthesis Method**

**Manouchehr Ansari<sup>1</sup>, Ayoub Mohammadian<sup>2</sup>, Ehsan Nevisande<sup>3</sup>**

**Abstract:** There is quite huge annual energy consumption in Iran in household, commercial, and public sectors. In addition, the index of population aging manifests a great increase in recent years. Concurrent to all these, smart houses which are equipped with Internet of Things (IoT) can help us maintain sustainable developments with functionalities such as improvements in energy consumption and health, to name but a few. Accordingly, in this thesis, we aimed to identify the usage and functions of IoT in smart houses. This research is an applied research in nature and it would be classified as qualitative regarding data collection. In order to identify the usages of IoT in smart houses with the help of meta-synthesis approach, we have examined 371 researches among which only 85 have been selected for the final analysis. 122 factors have been extracted based on these 85 researches which have been combined into 7 main usages of “electricity consumption management”, “Heating, ventilation and air conditioning System”, “water consumption control”, “security empowerment for the buildings and the neighborhood”, “health monitoring”, “crisis management”, and home appliance automation.

**Key words:** *Internet of things application, Internet of things, Metasynthesis, Smart building, Smart houses.*

---

1. Associate Prof. in MBA, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

2. Assistant Prof. in IT, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

3. MSc. in MBA, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

**Submitted: 15 / February / 2017**

**Accepted: 28 / October / 2017**

**Corresponding Author: Ehsan Nevisande**

**Email: e.nevisande@gmail.com**

## شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در خانه هوشمند با استفاده از روش فراترکیب

منوچهر انصاری<sup>۱</sup>، ایوب محمدیان<sup>۲</sup>، احسان نویسنده<sup>۳</sup>

**چکیده:** در ایران سالانه انرژی زیادی در بخش خانگی، عمومی و تجاری مصرف می‌شود. علاوه بر این، شاخص نسبت سالخوردگی جمعیت در سال‌های اخیر روند رو به رشدی را نشان می‌دهد. این در حالی است که خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا با مدیریت بهینه مصرف انرژی و بهبود سلامت خانواده، به رفع این چالش‌ها کمک می‌کنند. در این پژوهش قصد داریم کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان را شناسایی کنیم. این پژوهش از نظر هدف کاربردی است و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های کیفی به‌شمار می‌رود. برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان، به کمک روش فراترکیب ابتدا ۳۷۱ مقاله بررسی شد که از میان آنها ۸۵ مقاله برای تجزیه و تحلیل نهایی استفاده شدند. از این مقالات ۱۲۲ کد به‌دست آمد که با ترکیب آنها هفت کاربرد مدیریت مصرف برق (۲۷ ارجاع)، سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا (۱۵ ارجاع)، کاهش مصرف آب (۴ ارجاع)، تأمین امنیت ساختمان و محله (۱۲ ارجاع)، نظارت بر سلامت (۲۴ ارجاع)، مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان (۱۰ ارجاع) و اتوماسیون لوازم خانگی (۲۹ ارجاع) استخراج شدند.

**واژه‌های کلیدی:** اینترنت اشیا، خانه‌های هوشمند، ساختمان هوشمند، فراترکیب، کاربردهای اینترنت اشیا.

۱. دانشیار گروه MBA، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد MBA، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۰۸/۰۶

نویسنده مسئول مقاله: احسان نویسنده

E-mail: e.nevisande@gmail.com

## مقدمه

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 (ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، ۱۳۹۴). از سوی دیگر، شاخص نسبت سالخوردگی جمعیت (حاصل تقسیم جمعیت ۶۰ ساله و بیشتر به جمعیت زیر ۱۵ سال) در سال‌های اخیر، روند رو به رشدی را نشان می‌دهد (سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰). افراد بالای ۶۰ سال برای اینکه مستقل زندگی کنند با مشکلات زیادی مواجه می‌شوند و بیشتر در معرض بیماری‌های مزمن بلندمدت قرار می‌گیرند (آلم، ریاض و علی، ۲۰۱۲). این در حالی است که خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT) می‌توانند مصرف انرژی وسایل خانگی را نظارت کنند. ترموستات خانه‌های هوشمند، می‌تواند به‌طور خودکار دمای داخل خانه را بر اساس برنامه زمان‌بندی کاربر سازگار کند تا در مصرف انرژی صرفه‌جویی شود. اینترنت اشیا تأثیرات وسیعی بر کار و زندگی ما می‌گذارد و به مردم کمک می‌کند کارها را به‌طور راحت‌تری انجام داده، در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و ضایعات را کاهش دهند (آلکار و بوهور، ۲۰۰۵؛ رجب‌زاده، منشتی و جهرمی، ۲۰۱۰؛ شهریار و همکاران، ۲۰۰۸). زمانی که فناوری اینترنت اشیا معرفی شد، خانه‌های هوشمند قبلی از مد افتاده تلقی شدند (داریانیان و میکائیل، ۲۰۰۸). خانه‌های هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، حوزه وسیع‌تری از کنترل را دربرمی‌گیرند. برای مثال، خانه هوشمند شامل امنیت خانواده، معالجه خانواده، پردازش داده‌های خانواده، تفریح خانواده و کسب‌وکار خانواده می‌شود (لی و یو، ۲۰۱۱).

با وجود این، مطالعات مربوط به حوزه کاربردهای اینترنت اشیا، به‌طور عمده بر مسائل فنی تمرکز کرده‌اند و به شناسایی و دسته‌بندی کاربردهای اینترنت اشیا نپرداخته‌اند. از این رو هدف این پژوهش شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان است و تلاش می‌کند به این سؤال‌ها پاسخ دهد: کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان چیست؟ کدام کاربردها بیشتر توجه محققان را جلب کرده است؟

## پیشینه پژوهش

### اینترنت اشیا

واژه اینترنت اشیا را نخستین بار کوین اشتون در سال ۱۹۹۹ و در زمینه مدیریت زنجیره تأمین مطرح کرد (اشتون، ۲۰۰۹) و طی دهه گذشته، تعریف اینترنت اشیا توسعه یافت و حوزه‌های بیشتری از کاربرد، مثل سلامت و حمل و نقل را دربرگرفت (ساندمیکر، گیلین، فرایس و وولفی، ۲۰۱۰). اینترنت اشیا به شبکه‌ای اشاره می‌کند که در آن هر شیء فیزیکی به وسیله برچسبی هویت می‌یابد و با اشیا دیگر، شبکه‌ای را شکل می‌دهد. این اشیا به صورت مستقل می‌توانند ضمن برقراری ارتباط با یکدیگر، به تبادل داده بپردازند (پنا-لوپز، ۲۰۰۵).

اینترنت اشیا فاز چهارم انقلاب اینترنت را رهبری می‌کند (منیکا و همکاران، ۲۰۱۳). با در نظر گرفتن پتانسیل رشد IoT، شورای اطلاعات ملی<sup>۱</sup> آن را جزء شش فناوری مخرب داخلی معرفی کرده است که می‌تواند بر قدرت ملی آمریکا تأثیرگذار باشد (کونسیل، ۲۰۰۸). پذیرش IoT منافع بالقوه زیادی در پی دارد. این منافع شامل بهبود فرایندهای عملیاتی، خلق ارزش، کاهش هزینه و حداقل کردن ریسک می‌شود که در نتیجه شفافیت، قابلیت ردگیری، سازگاری، مقیاس پذیری و انعطاف پذیری ایجاد شده توسط اینترنت اشیا است (چوی، لوفر و رابرتز، ۲۰۱۰). اینترنت اشیا بر بستر کاربردهایی که توانمندسازهای کلیدی فناوری ایجاد کرده‌اند، ساخته شده است. این توانمندسازها عبارت‌اند از: RFID<sup>۲</sup>، فناوری سنسورهای بی‌سیم، فناوری‌های هوشمند و نانوفناوری. این اینترنت توسعه یافته، قادر خواهد بود به صورت آنی<sup>۳</sup> تغییراتی که در وضعیت فیزیکی اشیا متصل شده رخ می‌دهد را شناسایی و نظارت کند (پنا-لوپز، ۲۰۰۵).

### کاربردهای اینترنت اشیا

مقالات زیادی به کاربردهای اینترنت اشیا در صنایع مختلف اشاره کرده‌اند. در ادامه به برخی از آنها اشاره خواهیم کرد.

استفاده از اینترنت اشیا در صنعت خدمات درمانی (پنگ و همکاران، ۲۰۱۱)؛ با استفاده از فناوری‌هایی مثل تشخیص هویت و قابلیت‌های ارتباطی در اینترنت اشیا، می‌توان تمام اشیا را در سیستم سلامت (افراد، تجهیزات، دارو و غیره)، به طور مستمر ردگیری و نظارت کرد (المدار و اروس، ۲۰۱۰).

---

1. National Intelligence Council  
2. Radio-Frequency Identification  
3. Real-Time

استفاده از اینترنت اشیا در زنجیره تأمین غذا (پنگ، چن، هان و ژنگ، ۲۰۱۵)؛ امروزه زنجیره تأمین غذا کاملاً گسترده و پیچیده شده است. این زنجیره دارای مقیاس وسیع جغرافیایی، فرایندهای عملیاتی پیچیده و ذی‌نفعان زیاد است. فناوری‌های اینترنت اشیا، پتانسیل‌های زیادی برای ردگیری، مشاهده و مدیریت چالش‌های این حوزه ارائه می‌دهند. فناوری اینترنت اشیا می‌تواند داده‌های مربوط به تمام این زنجیره را جمع‌آوری، پردازش و توزیع کرده و از آنها استفاده کند.

استفاده از اینترنت اشیا برای تولید امن‌تر در معادن؛ امنیت معادن یکی از نگرانی‌های بزرگ طی چند قرن اخیر بوده است. با استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا می‌توان وقوع حادثه در معادن را حس کرد و هشدارهای لازم را ارائه داد. از سوی دیگر، به کمک داده‌های به‌دست آمده از حوادث معدن، می‌توان وقوع حادثه را پیش‌بینی کرد و موجب بهبود امنیت معادن شد (کیوپینگ، شونینگ و چونکوان، ۲۰۱۱).

استفاده از اینترنت اشیا در حمل و نقل و لجستیک؛ اینترنت اشیا نقش مهمی در صنعت حمل و نقل و لجستیک دارد (آزوری، یرا و مورابیتو، ۲۰۱۰). هرچه تعداد اشیای فیزیکی دارای RFID یا سنسورها بیشتر شود، شرکت‌های حمل و نقل و لجستیک بیشتر می‌توانند حرکت اشیا از مبدأ به مقصد را نظارت کنند (کاراکوستاس، ۲۰۱۳).

استفاده از اینترنت اشیا در مبارزه با آتش‌سوزی (ژانگ و یو، ۲۰۱۳)؛ اینترنت اشیا برای پیش‌بینی آتش‌سوزی و هشدارهای اولیه کاربرد دارد. در چین، تگ‌های RFID و بارکدها به ابزارهای مبارزه با آتش‌سوزی وصل می‌شوند تا به کمک آن یک سیستم اطلاعاتی و پایگاه داده اطلاعات در سطح جهان برای آتش‌سوزی توسعه داده شود.

### ساختمان هوشمند

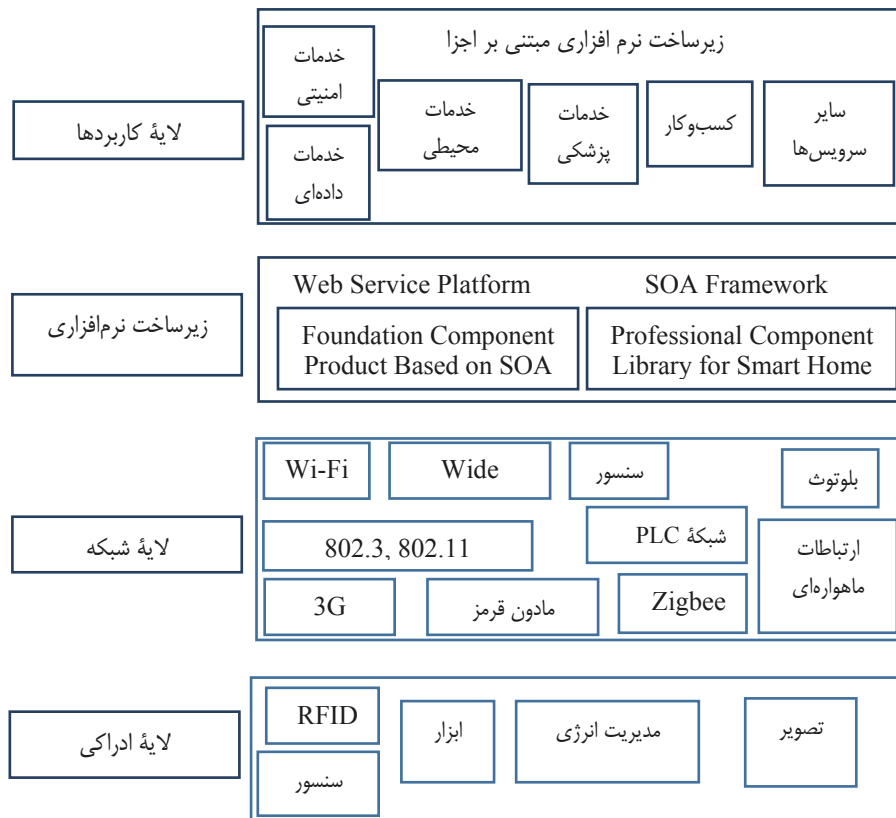
برای پیاده‌سازی کاربردهای اینترنت اشیا، از رویکرد افقی و منعطف استفاده می‌شود که در آن یک پلتفرم عملیاتی مشترک شبکه و خدمات را مدیریت کرده و برای پیاده‌سازی یک کاربرد از چندین منبع داده استفاده می‌کند (گاما، توزو و دونسز، ۲۰۱۲).

بر اساس تعریف مؤسسه ساختمان هوشمند آمریکا، ساختمان هوشمند ساختمانی است که از طریق بهینه‌کردن ساختار، سیستم‌ها، خدمات و مدیریت و همچنین رابطه متقابل بین آنها، محیط مقرون‌به‌صرفه و بهره‌وری را فراهم می‌آورد. از طرفی دیگر، گروه ساختمان هوشمند اروپا که در بریتانیا مستقر است، بیان کرده است که ساختمان هوشمند محیطی را خلق می‌کند که اثربخشی ساکنان ساختمان را بیشینه کرده و در عین حال مدیریت بهینه منابع را با کمترین هزینه‌ها،

سخت‌افزار و تأسیسات فراهم می‌آورد. بر اساس گفته دپارتمان امور عام‌المنفعه سنگاپور، ساختمان هوشمند باید شرایط زیر را داشته باشد (سو، ونگ و ونگ، ۱۹۹۹):

- برای نظارت بر تأسیسات مختلف، از جمله تهویه، دما، روشنایی، امنیت، آتش‌سوزی و... به سیستم‌های کنترلی پیشرفته خودکار مجهز باشد، به نحوی که محیط کاری راحتی برای ساکنان فراهم آورد؛
- زیرساخت ارتباطی خوبی برای انتقال داده بین طبقه‌ها داشته باشد؛
- برای ارتباط از راه دور قابلیت‌های مناسبی داشته باشد.

معماری برنامه کاربردی خانه هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا و فناوری‌های سازنده آن در شکل ۱ نشان داده شده است (لی و یو، ۲۰۱۱).



شکل ۱. معماری کاربردهای خانه هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا

منبع: لی و یو (۲۰۱۱)

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی است و بر اساس نحوه گردآوری داده‌ها از نوع پژوهش‌های کیفی به‌شمار می‌رود. در این پژوهش برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان، از روش فراترکیب استفاده می‌شود. پژوهش حاضر در تهران به اجرا در آمده و قلمرو موضوعی آن، مجموعه کاربردهای فناوری اینترنت اشیا است و از تیر سال ۱۳۹۵ تا دی سال ۱۳۹۵ به طول انجامیده است. با توجه به اینکه برای شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان از روش فراترکیب استفاده شده است، روش پژوهش کیفی برای اجرای آن در نظر گرفته شده است. به‌منظور شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان از طریق روش فراترکیب، از روش هفت مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۶) استفاده شده است. واژه‌های کلیدی برای جست‌وجو در پایگاه داده‌های IEEE Explorer، ScienceDirect، ACM و Springer Library عبارت‌اند از:

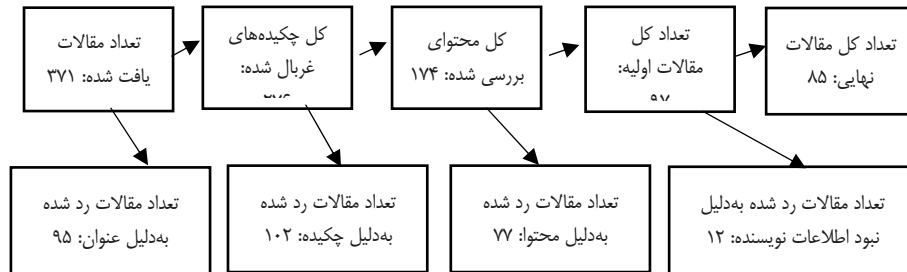
- IoT application
- Intelligent Home
- Internet of Things Application
- Intelligent House
- Internet of Everything application
- Smart Home
- Intelligent Building
- Smart Building

در جدول ۱ معیارهای پذیرش مقالات بیان شده است.

جدول ۱. معیارهای پذیرش و عدم پذیرش مقالات

معیار پذیرش	
مطالعات انگلیسی	محدوده جغرافیایی
انگلیسی	زبان تحقیقات
از ۲۰۰۵ تا ژوئن ۲۰۱۶	زمان مطالعات
کیفی و فنی - مهندسی	روش‌های مطالعه
اینترنت اشیا و ساختمان هوشمند	جامعه مطالعه‌شده
کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان	شرایط مطالعه
مقالات چاپ شده در مجله‌ها و کنفرانس‌ها	نوع مطالعه

در نتیجه جست‌وجو و بررسی پایگاه‌های داده و با استفاده از واژه‌های کلیدی مدنظر، ۳۷۱ مقاله یافت شد و از میان آنها ۸۵ مقاله برای تجزیه و تحلیل استفاده گردید. در شکل ۲ خلاصه‌ای از فرایند انتخاب مقاله‌ها به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۲. خلاصه‌ای از نتایج جست‌وجو و انتخاب مقالات مناسب

در این پژوهش محقق برای کنترل کاربردهای استخراج‌شده، از مقایسه نظریه‌های خود با یک خبره دیگر بهره برد و برای این منظور، از روش توافق بین دو کدگذار استفاده کرد. در این روش، علاوه بر محقق، فرد خبره دیگری همان متن را بدون اطلاع از کدهای محقق به‌طور جداگانه کدگذاری می‌کند. در پژوهش حاضر، این ارزیابی در خصوص ۳۰ کد استخراج‌شده به کمک یک خبره انجام گرفت که در آن مقدار شاخص کاپا در نرم‌افزار SPSS، برابر با ۰/۷۹۸ به دست آمد. با توجه به عدد معناداری ۰/۰۰۱، این شاخص پذیرفته می‌شود. نتایج محاسبات نرم‌افزار SPSS در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. ضریب توافق کاپا

سطح معناداری	Approx. T	Asymp. Std. Error	مقدار	
۰/۰۰۰	۴/۳۸۲	۰/۱۱۰	۰/۷۹۸ ۳۰	سنجه توافق کاپا تعداد موارد معتبر

### آنتروپی شانون

بر اساس روش آنتروپی شانون، می‌توان میزان اهمیت و پشتیبانی تحقیقات گذشته را از هر یک از کاربردهای پیشنهادی تعریف کرد. در این روش محتوای مقالات به صورت نظام‌دار و کمی توصیف می‌شوند، از این رو، این روش را می‌توان روش تبدیل داده‌های کیفی به داده‌های کمی قلمداد کرد (محمدیان، ۱۳۹۵). برای استفاده از الگوریتم آنتروپی شانون، ابتدا باید پیام را برحسب مقوله‌ها و به تناسب هر مقاله در قالب فراوانی شمرد؛ سپس با استفاده از رابطه ۱ مقدار عدم اطمینان حاصل از هر مقوله را محاسبه کرد.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}]; \forall j \quad \text{رابطه ۱}$$



در مرحله بعد، با استفاده از بار اطلاعاتی مقوله‌ها، ضریب اهمیت هر یک از مقوله‌ها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j}; \forall_j \quad (\text{رابطه ۲})$$

### یافته‌های پژوهش

با استفاده از روش فراترکیب، ابتدا ۱۲۲ کد از ۸۵ مقاله استخراج گردید که با ترکیب آنها هفت کاربرد شناسایی شد. کاربردها و مضامین مربوط به هر یک از آنها در جدول ۳ بیان شده است.

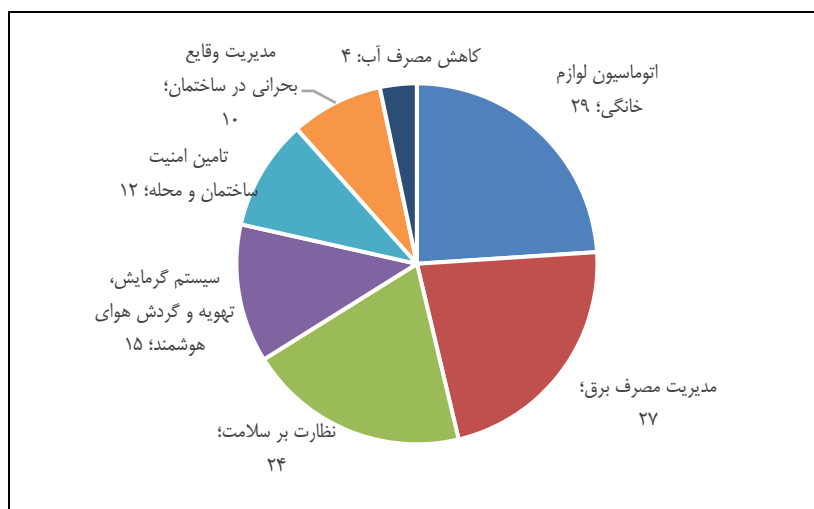
جدول ۳. کاربردها و مضامین مربوط به آنها

مضامین	کاربرد
ارائه بازخور به کاربر درباره میزان مصرف برق؛ شناسایی حالت آماده به کار وسایل برقی؛ خاموش کردن وسایلی که در حالت آماده به کار هستند؛ تشخیص حضور کاربر در ساختمان؛ پیش‌بینی حضور کاربر در ساختمان؛ تشخیص دمای ساختمان؛ تشخیص میزان روشنایی ساختمان؛ تشخیص اقدامات انجام شده توسط کاربران؛ یادگیری عادات و ترجیحات کاربر برای مصرف برق؛ یادگیری میزان مصرف وسایل برقی؛ زمان‌بندی فعالیت وسایل برقی به منظور تأمین رضایت کاربر و کاهش مصرف انرژی؛ زمان‌بندی جلسات اداری به منظور کاهش مصرف انرژی؛ تحلیل فعالیت روزانه کاربر به منظور استخراج الگوهای مصرف برق؛ شناسایی محل قرار گرفتن اشیا و افراد؛ اتخاذ تصمیم در مورد فروش برق تولیدی توسط خانه به شبکه توزیع یا ذخیره آن برای مصرف داخلی؛ یادگیری رفتار کاربر در مورد مصرف برق؛ پیش‌بینی میزان مصرف وسایل برقی؛ شناسایی وسایل برقی؛ بهینه‌سازی مصرف انرژی؛ جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مصرف برق؛ ارسال پیام به کاربر در مواقعی که وسایل برقی بی‌دلیل کار می‌کنند؛ ارسال میزان مصرف برق ساختمان به شرکت‌های تأمین کننده برق؛ تشخیص فعالیت افراد غیر ساکن برای حذف آنها از الگوهای شناختی رفتار کاربر؛ خاموش کردن وسایل برقی در زمانی که کاربر نیازی به استفاده از آنها ندارد؛ کنترل مصرف برق با در نظر گرفتن ترجیحات کاربر؛ نظارت بر میزان برق تولید شده در خانه؛ برنامه‌ریزی مصرف برق	مدیریت مصرف برق
تنظیم دمای خانه متناسب با ترجیحات کاربر؛ تشخیص خرابی سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا؛ اندازه‌گیری کیفیت هوای داخل ساختمان؛ روشن کردن سیستم تهویه در مواقعی که کیفیت هوای داخل ساختمان مطلوب نیست؛ کنترل دما؛ کنترل رطوبت؛ کنترل کیفیت هوای داخل ساختمان؛ تشخیص دما؛ تشخیص رطوبت؛ نمایش دمای خانه؛ کاهش مصرف انرژی سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا؛ دنبال کردن اشیا و افراد؛ بهینه‌کردن تبادل بین عمر باتری و اثربخشی سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا	سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای هوشمند
تشخیص متجاوز؛ تشخیص موقعیت‌هایی که امنیت خانه در خطر است؛ ارسال هشدار به ساکنان در موقعیت‌هایی که امنیت خانه در خطر است؛ تشخیص اثر انگشت؛ تشخیص باز و بسته شدن درب و پنجره؛ تشخیص افراد؛ تشخیص عکس؛ نظارت از راه دور بر ساختمان؛ ذخیره‌سازی عکس و اطلاعات مربوط به امنیت؛ ارسال پیام به کاربر در صورت ورود فردی به خانه؛ ارسال هشدار امنیتی؛ ارسال تصاویر غیرطبیعی به کاربر؛ نظارت بر محله؛ ارتباط برقرار کردن با سایر خانه‌های اطراف در مورد مسائل امنیتی (مثل سرقت یا مشاهده افراد مشکوک)	تأمین امنیت ساختمان و محله

ادامه جدول ۳

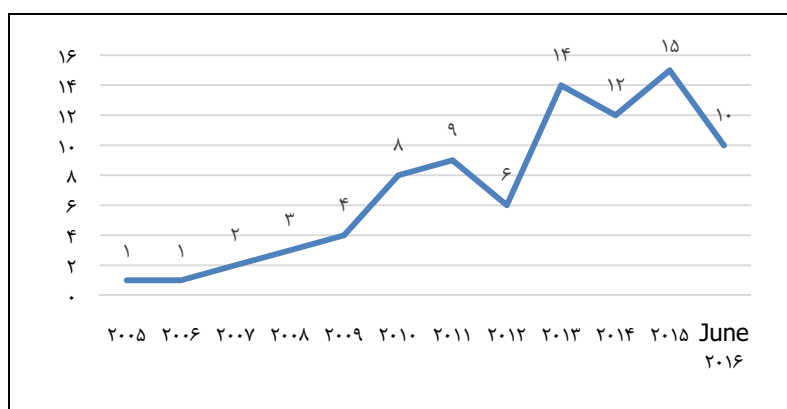
مضامین	کاربرد
تشخیص میزان رطوبت خاک؛ اطلاع‌رسانی به کاربر در مورد فرارسیدن زمان آبیاری گیاهان؛ آبیاری باغچه با توجه به پیش‌بینی‌های آب و هوا؛ هشدار نشت آب؛ نظارت بر مصرف آب	کاهش مصرف آب
تشخیص محل آتش‌سوزی؛ هشدار آتش‌سوزی؛ هشدار نشت گاز؛ ارسال پیام به کاربر هنگام نشت گاز؛ تشخیص دود؛ تشخیص گاز CO؛ روشن کردن آپاش در صورت وقوع آتش‌سوزی؛ تشخیص موقعیت‌های بحرانی (مثل آتش‌سوزی)؛ شناسایی مسیرهای امن برای خروج افراد از ساختمان در مواقع بحرانی؛ ارائه مسیرهای امن به کاربر؛ تشخیص اتفاقات غیرطبیعی در حمام (مثل افتادن و لیز خوردن)؛ انتخاب مسیر مناسب برای فرار از آتش‌سوزی با در نظر گرفتن تأثیر دود موجود در ساختمان	مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان
تشخیص وضعیت سلامت جسمانی کاربر؛ تشخیص وضعیت سلامت عاطفی کاربر؛ ارائه بازخور به کاربر در مورد وضعیت سلامت وی؛ هشدار به کاربر برای مصرف دارو؛ کنترل مصرف دارو؛ هشدار به کاربر برای انجام تمرین‌های ورزشی؛ تشخیص فعالیت کاربر؛ شناسایی الگوهای رفتاری کاربر به‌منظور تشخیص رفتارهای غیرطبیعی؛ تشخیص عادت یا سبک زندگی کاربر؛ تشخیص افتادن، بی‌قراری و فرار کردن کاربر؛ نظارت بر فعالیت روزانه کاربر؛ نظارت بر کارکرد روزانه کاربر (مثل خواب)؛ تشخیص علائم بیماری؛ ارسال پیام به مراکز درمانی در صورت وقوع حادثه برای کاربر؛ ارائه بازخور به کاربر در مورد تغییر سبک زندگی به‌منظور بهبود سلامت وی؛ جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سلامت کاربر؛ ارسال اطلاعات مربوط به سلامت کاربر به پزشک وی؛ تشخیص بیماری کاربر؛ ارائه بازخور به کاربر و پزشک وی در مورد بهبود یا وخیم شدن بیماری کاربر؛ رصد کردن ضربان قلب؛ رصد کردن فشار خون؛ رصد کردن علائم حیاتی کاربر؛ شناسایی کاربر؛ ردگیری کاربر؛ تشخیص احساسات کاربر (مثل شروع افسردگی، خشم و غیره)؛ یادگیری فعالیت‌های روزانه کاربر؛ برقراری ارتباط صوتی با کاربر؛ پزشکی از راه دور؛ مراقبت درمانی از طریق موبایل	نظارت بر سلامت
تشخیص نور داخل و خارج ساختمان؛ باز و بسته‌کردن پرده‌ها با توجه به نور بیرون از ساختمان؛ کم و زیاد کردن میزان نور داخل ساختمان با توجه به نور بیرون از ساختمان؛ دریافت بازخور از کاربران در مورد میزان نور درون ساختمان؛ زمان‌بندی فعالیت وسایل برقی؛ تنظیم زمان روشن و خاموش شدن وسایل گرمایشی و تهویه با توجه به حضور کاربر در ساختمان؛ تنظیم شفافیت شیشه‌ها متناسب با نور بیرون از ساختمان؛ کنترل لوازم خانگی از طریق فرمان صوتی؛ کنترل از راه دور وسایل خانگی؛ تنظیم دمای خانه قبل از رسیدن ساکنان؛ کنترل روشنایی؛ روشن و خاموش کردن لامپ‌ها به‌صورت خودکار؛ خاموش و روشن کردن سیستم تهویه به‌صورت خودکار؛ تشخیص جابه‌جایی افراد در ساختمان؛ نظارت از راه دور بر لوازم خانگی؛ شناسایی الگوهای رفتاری کاربر در مورد استفاده از وسایل خانگی؛ پیش‌بینی ترجیحات کاربران در مورد میزان نور و دما در ساختمان؛ شناسایی ارتباط بین متغیرهای محیطی و ترجیحات کاربر؛ تشخیص کمبود مواد غذایی موجود در یخچال؛ تشخیص فاسد شدن مواد غذایی؛ ارسال سفارش به تأمین‌کنندگان مواد غذایی در مواردی که مواد غذایی موجود در یخچال کافی نیست؛ تشخیص میزان دمای آب؛ تنظیم میزان روشنایی درون حمام؛ در نظر گرفتن ترجیحات کاربر از لحاظ میزان مصرف انرژی و میزان روشنایی برای کنترل روشنایی درون ساختمان؛ روشن و خاموش کردن و همچنین کم و زیاد کردن نور لامپ‌ها به‌منظور کاهش مصرف انرژی؛ افزایش عمر منابع روشنایی و بهبود روشنایی محیط؛ ارائه بازخور به وسایل برقی در مورد میزان قیمت برق در هر لحظه؛ در نظر گرفتن قیمت برق در هر لحظه برای روشن و خاموش کردن وسایل برقی؛ پیش‌بینی وضعیت وسایل خانگی (مثل روشن یا خاموش بودن آنها) در هر لحظه به‌منظور بهبود اتوماسیون لوازم خانگی	اتوماسیون لوازم خانگی

شکل ۳ سهم موضوعی مقالات را نشان می‌دهد. کمابیش نیمی از مقالات مربوط به کاربردهای اتوماسیون لوازم خانگی و مدیریت مصرف برق بودند و بیشترین تعداد مقالات را به خود اختصاص دادند.



شکل ۳. سهم موضوعی مقالات

شکل ۴ روند سالانه تعداد مقالات را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل نیز نشان داده شده است، تعداد مقالات حوزه کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان روند رو به رشدی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، تعداد مقالات هر کاربرد در هر سال نیز در جدول ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. روند سالانه تعداد مقالات مربوط به کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان

جدول ۴. تعداد مقالات هر کاربرد در هر سال

سال	کاربرد	مصرف برق	مدیریت مصرف برق	تهویه و گردش هوا	سیستم گرمایش	کاهش مصرف آب	ساختمان و محله	تأمین امنیت	نظارت بر سلامت	یجرانی در ساختمان	مدیریت وقایع	لوازم خانگی	اتوماسیون
۲۰۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۲۰۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۲۰۰۷	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۲۰۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۲
۲۰۰۹	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۲	۰	۰	۱
۲۰۱۰	۲	۳	۱	۰	۰	۱	۲	۲	۳	۱	۰	۰	۲
۲۰۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۴	۴	۳	۰	۰	۰	۲
۲۰۱۲	۲	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۲
۲۰۱۳	۵	۳	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۵	۱	۰	۰	۴
۲۰۱۴	۳	۴	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۲	۲	۰	۰	۵
۲۰۱۵	۹	۳	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲	۱	۰	۰	۸
تا ژوئن ۲۰۱۶	۳	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۵	۱	۰	۰	۲

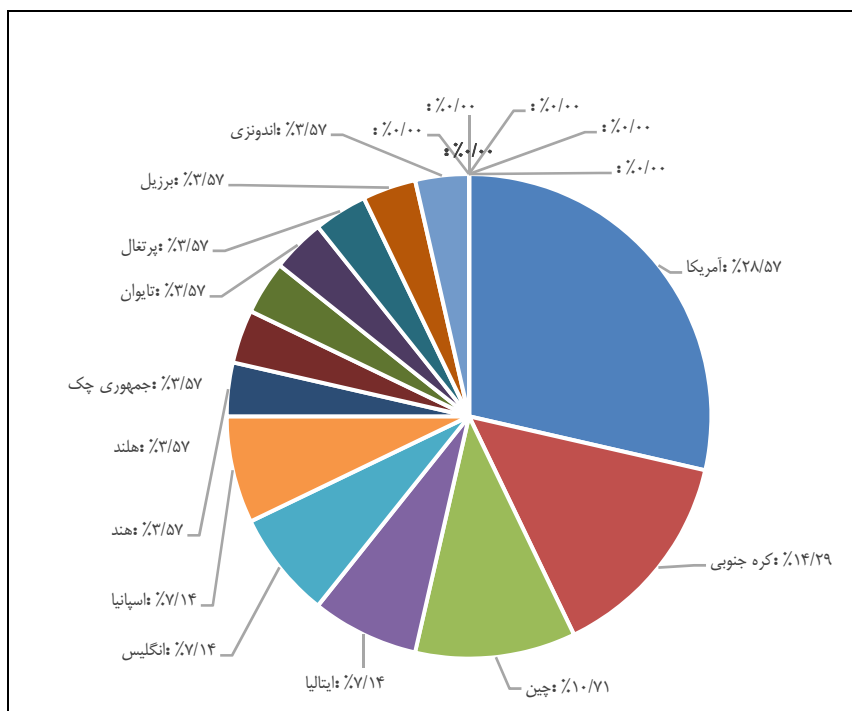
همچنین، کشورهای پیشرو در حوزه کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان در جدول ۵ نشان داده شده‌اند. کشورهای چین، آمریکا و تایوان، به ترتیب، بیشترین تعداد مقاله را در این زمینه داشته‌اند.

جدول ۵. کشورهای پیشرو در حوزه کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان

کشور	تعداد مقالات	کشور	تعداد مقالات	کشور	تعداد مقالات
چین	۱۵	اسپانیا	۲	سوئد	۱
آمریکا	۱۴	جمهوری چک	۲	سوئیس	۱
تایوان	۹	اندونزی	۲	دانمارک	۱
کانادا	۶	ژاپن	۲	آلمان	۱
کره جنوبی	۶	فرانسه	۲	امارات	۱
انگلیس	۴	نیوزیلند	۲	اتریش	۱
ایتالیا	۳	هلند	۲	تایلند	۱
برزیل	۲	هند	۲		
پرتغال	۲	قبرس	۱		

### کاربرد مدیریت مصرف برق

این کاربرد از زیرکاربردهای نظارت بر مصرف برق، کاهش مصرف لوازم برقی در حالت آماده به کار، سیستم شناسایی فعالیت به منظور کاهش مصرف انرژی، ذخیره سازی و فروش برق توسط خانه ها، کنتور هوشمند، تغییر ترجیحات دمایی ساکنان و زمان بندی جلسات سازمانی به منظور بهینه کردن مصرف برق تشکیل شده است. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، این کاربرد تا سال ۲۰۱۵ روند رو به رشدی را داشته و در بیشتر سال ها به آن توجه شده است. علاوه بر این، همان طور که در شکل ۵ نشان داده شده است، آمریکا بیشترین تعداد مقاله را در این زمینه دارد که دلیل آن می تواند قیمت بالای برق در این کشور باشد.

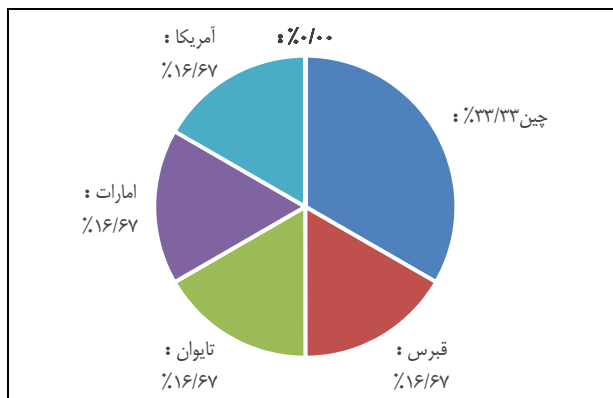


شکل ۵. کشورهای پیشرو در کاربرد مدیریت مصرف برق

### کاربرد سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای هوشمند

این کاربرد از زیرکاربردهای کاهش مصرف سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا با در نظر گرفتن ترجیحات کاربر، تشخیص خرابی سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا و سیستم نظارت

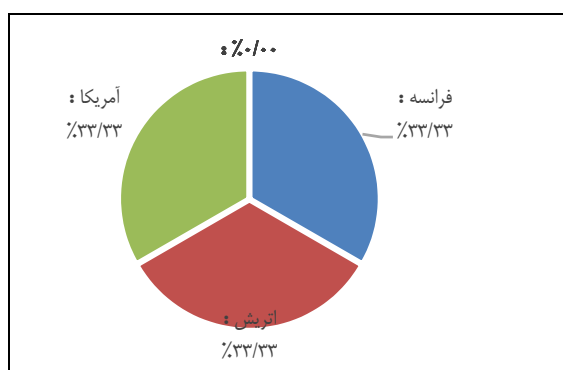
بر کیفیت هوای داخل ساختمان تشکیل شده است. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، تا سال ۲۰۱۰ محققان به این کاربرد توجه نکرده‌اند. علاوه بر این با توجه به شکل ۶، چین بیشترین تعداد مقاله را در این حوزه دارد.



شکل ۶. کشورهای پیشرو در کاربرد سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای هوشمند

### کاربرد کاهش مصرف آب

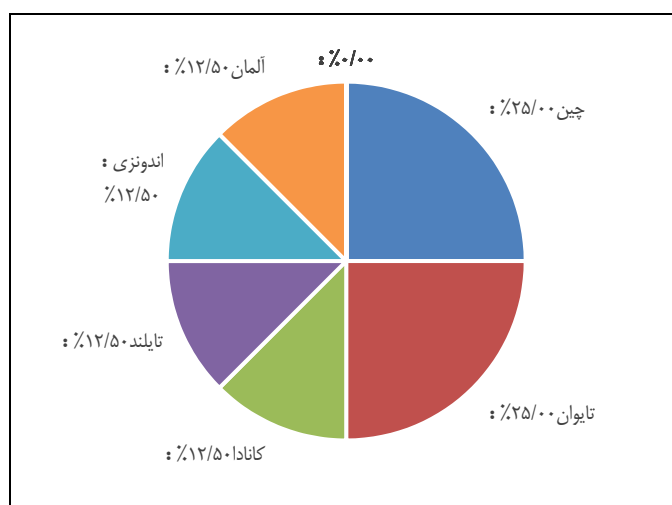
این کاربرد از زیرکاربردهای سیستم هشدار نشت آب و سیستم آبیاری هوشمند تشکیل شده است. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، تا قبل از سال ۲۰۱۰ محققان به این کاربرد توجه نکرده‌اند. از طرفی، همان طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، فقط کشورهای اروپایی و آمریکایی به این کاربرد پرداخته‌اند که سهم کشورهای اروپایی بیشتر است.



شکل ۷. کشورهای پیشرو در کاربرد کاهش مصرف آب

### کاربرد تأمین امنیت ساختمان و محله

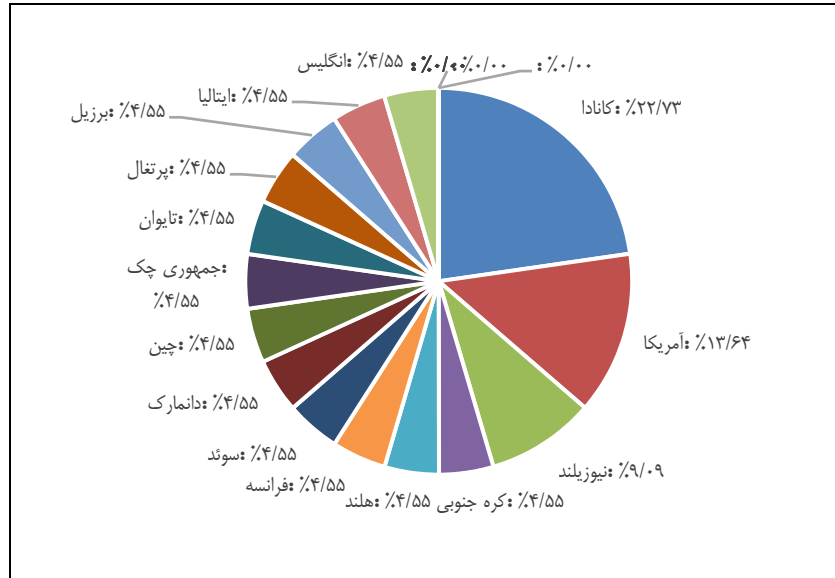
این کاربرد از زیرکاردهای سیستم نظارت بر ساختمان، سیستم تشخیص متجاوز و اجتماع هوشمند (بدین معنا که یک اجتماع بتواند با مشاهده نواحی مجاور خود، از وقوع جرم جلوگیری کند) تشکیل شده است. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، به این کاربرد در بیشتر سال‌ها توجه شده و بیشترین تعداد مقاله مربوط به سال ۲۰۱۱ است. با توجه به شکل ۸، کشورهای چین و تایوان بیشترین تعداد مقاله را در این حوزه دارند.



شکل ۸. کشورهای پیشرو در کاربرد تأمین امنیت ساختمان و محله

### کاربرد نظارت بر سلامت

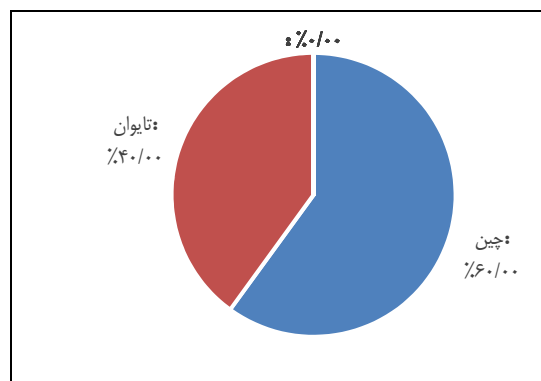
این کاربرد از زیرکاردهای سیستم نظارت از راه دور بر سلامت، نظارت بر فعالیت‌های روزانه، نظارت بر کارکردهای روزانه افراد (مثل خواب، خوردن و آشامیدن، فعالیت‌های اجتماعی، وضعیت روانی کاربر، خویش - درمانی و کارهای منزل)، نظارت بر مصرف دارو، تشخیص احساسات، ارتقای ایمنی حمام و پزشکی از راه دور تشکیل شده است. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، به این کاربرد در هر سال توجه شده و روند رو به رشدی را داشته است. علاوه بر این، همان طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، این کاربرد مورد توجه کشورهای زیادی بوده و از بین آنها کانادا بیشترین تعداد مقاله را دارد.



شکل ۹. کشورهای پیشرو در کاربرد نظارت بر سلامت

### کاربرد مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان

این کاربرد از زیرکاربردهای سیستم تشخیص آتش، سیستم تخلیه ساختمان و سیستم تشخیص گاز CO تشکیل شده است. همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود، به این کاربرد در بیشتر سال ها توجه شده است. از طرفی، با توجه به شکل ۱۰، فقط کشورهای چین و تایوان به این کاربرد پرداخته اند و در این میان، سهم چین بیشتر از تایوان است.



شکل ۱۰. کشورهای پیشرو در کاربرد مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان





جدول ۶. ضریب اهمیت کاربردها با استفاده از روش آنالیز شانون

رتبه	ضریب اهمیت Wj	عدم اطمینان Ej	جمع فراوانی	تعداد دفعات ذکر شده	کاربردها
۱	۰/۲۰۱۷۴۴	۰/۱۷۵۹۴۱	۲۹	۲۹/۸۵	اتوماسیون لوازم خانگی
۵	۰/۱۳۵۰۴۷	۰/۱۱۷۷۷۴	۱۲	۱۲/۸۵	تأمین امنیت ساختمان و محله
۴	۰/۱۵۲۵۰۸	۰/۱۳۳۰۰۲	۱۵	۱۵/۸۵	سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوای هوشمند
۲	۰/۱۹۷۲۳	۰/۱۷۲	۲۷	۲۷/۸۵	مدیریت مصرف برق
۶	۰/۱۲۱۴۱۸	۰/۱۰۵۸۸۸	۱۰	۱۰/۸۵	مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان
۳	۰/۱۸۹۰۸	۰/۱۶۴۸۹۶	۲۴	۲۴/۸۵	نظارت بر سلامت
۷	۰/۰۶۶۴۱۶	۰/۰۵۷۹۳۱۸	۴	۴/۸۵	کاهش مصرف آب
	۱/۰۰	۰/۸۷۲۰۹۹	مجموع		

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش به کمک روش فراترکیب، به شناسایی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان پرداختیم. در روش فراترکیب، ابتدا ۳۷۱ مقاله بررسی شد که از بین آنها ۸۵ مقاله برای تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. از ۸۵ مقاله نهایی، ۱۲۲ کد استخراج شد، سپس با ترکیب آنها هفت کاربرد شناسایی گردید که عبارت‌اند از: مدیریت مصرف برق، سیستم گرمایش، تهویه و گردش هوا، کاهش مصرف آب، تأمین امنیت ساختمان و محله، نظارت بر سلامت، مدیریت وقایع بحرانی در ساختمان و اتوماسیون لوازم خانگی.

در بین کاربردهای شناسایی شده، کاربرد اتوماسیون لوازم خانگی بیشترین تعداد ارجاع (۲۹ مقاله) را 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 اتوماسیون لوازم خانگی، مدیریت مصرف برق و نظارت بر سلامت، به ترتیب بیشترین میزان اهمیت را در بین کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان دارند.

حرکت در مسیر هوشمند کردن ساختمان‌ها با موانعی همراه است. دو مورد از این چالش‌ها عبارت‌اند از: ناآگاهی مشتریان و ادراک مشتریان از لوکس بودن کاربردهای اینترنت اشیا (بلتا- اوزکان، داویدسون، بیکت و ویتمارش، ۲۰۱۳). بنابراین پیشنهاد می‌شود شرکت‌های خصوصی

فعال در حوزه خانه‌های هوشمند، بیشتر در مورد کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان و منافی که این کاربردها برای افراد ایجاد می‌شود، تأکید کنند تا مشتریان از منافع آن آگاه شوند. برای مقابله با درک لوکس بودن کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها برای توسعه کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان، به دنبال فناوری‌های ارزان‌تر باشند تا بتوانند هزینه تمام شده و در نهایت قیمت محصولات یا خدمات خود را کاهش دهند.

علاوه بر این، چالش دیگری برای پیاده‌سازی کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمان وجود دارد و آن ملموس نبودن منافی است که خانه‌های هوشمند برای مشتریان به ارمغان می‌آورد (بالتا-اوزکان و همکاران)؛ بنابراین نمی‌توان انتظار داشت که مردم به خودی خود این کاربردها را استفاده کنند. از این رو انتظار می‌رود که الزامات و قوانین بالادستی به منظور پیاده‌سازی این کاربردها تدوین شود. برای مثال، شهرداری می‌تواند قانونی تصویب کند که به موجب آن فقط برای ساختمان‌های نوسازی که دارای برخی از کاربردهای خاص (مثل کنترل هوشمند و نظارت بر مصرف برق) هستند، گواهی پایان کار صادر شود. اما در مورد ساختمان‌های قدیمی، دولت می‌تواند به مالکان برای تهیه این کاربردها در ساختمان قدیمی وام دهد و اقساط آن را از محل صرفه‌جویی‌های صورت گرفته در هر ساختمان دریافت کند.

## فهرست منابع

عرب‌زاده، س. و کاظم‌زاده خانانی، س. (۱۳۸۴) بررسی پارامترهای مؤثر در میزان مصرف انرژی در بخش مسکونی در ایران. چهارمین همایش بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان، تهران، سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور.

محمدیان، ا. (۱۳۹۵). تبیین مؤلفه‌های اصلی مدل‌های کسب‌وکار الکترونیکی بر اساس رویکرد سیستمی. نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، ۸ (۱)، ۲۱۴-۱۹۵.

Alam, M. R., Reaz, M. B. I. & Ali, M. A. M. (2012). A review of smart homes: Past, present, and future. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews. IEEE Transactions on*, 42(6), 1190-1203.

Alemdar, H. & Ersoy, C. (2010). Wireless sensor networks for healthcare: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2688-2710.

Alkar, A. Z. & Buhur, U. (2005). An Internet based wireless home automation system for multifunctional devices. *Consumer Electronics. IEEE Transactions on*, 51(4), 1169-1174.

Arabzade, S. & Kazemzade Hanani, S. (2005). Studying Effective parameters in energy consumption in the residential sector in Iran. *4th Conference on Energy Conservation in Building*, Tehran. (in Persian)

- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFiD Journal*, 22(7), 97-114 .
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M. & Whitmarsh, L. (2013). Social barriers to the adoption of smart homes. *Energy Policy*, 63, 363-374.
- Chui, M., Loffler, M. & Roberts, R. (2010). The internet of things. *McKinsey Quarterly* 2, 1-9.
- Darianian, M. & Michael, M. P. (2008). Smart home mobile RFID-based Internet-of-Things systems and services. Paper presented at the Advanced Computer Theory and Engineering, 2008. *ICACTE'08. International Conference on*. 20-22 Dec, Phuket, Thailand.
- Gama, K., Touseau, L. & Donsez, D. (2012). Combining heterogeneous service technologies for building an Internet of Things middleware. *Computer Communications*, 35(4), 405-417.
- Karakostas, B. (2013). A DNS architecture for the internet of things: A case study in transport logistics. *Procedia Computer Science*, 19, 594-601.
- Li, B. & Yu, J. (2011). Research and application on the smart home based on component technologies and Internet of Things. *Procedia Engineering*, 15, 2087-2092 .
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P. & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. (Vol. 180): McKinsey Global Institute San Francisco, CA, USA.
- Mohammadian, A. (2016). Proposed components of the e-business models based on system approach. *Journal of Information Technology Management*, 8(1), 195-214. (in Persian)
- Pang, Z., Chen, Q., Han, W. & Zheng, L. (2015). Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: value creation, sensor portfolio and information fusion. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 289-319.
- Pang, Z., Chen, Q., Tian, J., Zheng, L. & Dubrova, E. (2013). Ecosystem analysis in the design of open platform-based in-home healthcare terminals towards the internet-of-things. In *Advanced Communication Technology (ICACT), 15th International Conference on* (pp. 529-534). IEEE.
- Peña-López, I. (2005). *Strategy and Policy Unit of International Telecommunications Union*. Geneva, Switzerland: ITU Internet Reports.

- Qiuping, W., Shunbing, Z. & Chunquan, D. (2011). Study on key technologies of Internet of Things perceiving mine. *Procedia Engineering*, 26, 2326-2333.
- Rajabzadeh, A., Manashty, A. R. & Jahromi, Z. F. (2010). A Mobile Application for Smart House Remote Control System. *Proceedings of WASET*, 62, 80-86.
- S. R. I. Consulting Business Intelligence (2008). Disruptive Civil Technologies – Six Technologies with Potential Impacts on US Interests out to 2025: CR 2008-07. – 34 p.; Washington (National Intelligence Council).
- Sandelowski, M. & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer Publishing Company, New York.
- Shahriyar, R., Hoque, E., Sohan, S., Naim, I., Akbar, M. M. & Khan, M. K. (2008). Remote controlling of home appliances using mobile telephony. *International Journal of Smart Home*, 2(3), 37-54.
- So, A. T., Wong, A. C. & Wong, K. (1999). A new definition of intelligent buildings for Asia. *Facilities*, 17(12/13), 485-491.
- Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P. & Woelfflé, S. (2010). *Vision and challenges for realising the Internet of Things* (Vol. 20): EUR-OP.
- Zhang, Y.C. & Yu, J. (2013). A study on the fire IOT development strategy. *Procedia Engineering*, 52, 314-319.